



Hugo Miguel Marques Dias

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

UM MODELO PARA A MELHORIA DO NÍVEL DE SERVIÇO E DA PRODUTIVIDADE DA RIBERALVES

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Co-orientadora: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Isabel Maria Nascimento Lopes Nunes

Vogais: Professora Doutora Susana Carla Vieira Lino Medina Duarte
Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado
Engenheiro Steven Luís Santos Inácio



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Março de 2015

Hugo Miguel Marques Dias

Licenciado em Ciências de Engenharia e Gestão Industrial

**UM MODELO PARA A MELHORIA DO NÍVEL DE
SERVIÇO E DA PRODUTIVIDADE DA RIBERALVES**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de
Lisboa

Co-orientadora: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de
Lisboa

Júri:

Presidente: Professora Doutora Isabel Maria Nascimento Lopes Nunes

Vogal(ais): Professora Doutora Susana Carla Vieira Lino Medina Duarte

Professora Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado

Engenheiro Steven Luís Santos Inácio

Março de 2015

Um modelo para a melhoria do nível de serviço e da produtividade da Riberalves.

Copyright©: Hugo Miguel Marques Dias, Universidade Nova de Lisboa – Faculdade de Ciências e Tecnologia

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Aproveito esta página da minha dissertação para deixar os meus agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, estiveram envolvidos no meu percurso académico.

Em primeiro lugar, agradecer à Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa pela oportunidade que me concedeu de me formar como engenheiro.

À Professora Virgínia Helena Machado e à Professora Ana Paula Barroso por toda a disponibilidade, orientação e conhecimentos transmitidos.

Quero também deixar o meu agradecimento ao Engenheiro Vicente Pedro Nunes e Engenheiro Ricardo Alves pela oportunidade que me concederam e por tornarem este projeto possível.

Um especial agradecimento a toda a equipa da Riberalves, em especial, aos Engenheiros Steven Inácio e João Domingues pelo acompanhamento que me facultaram na realização deste projeto e por todo o apoio e conhecimentos transmitidos.

A todos os meus amigos que me acompanharam e ajudaram neste percurso.

Aos meus irmãos por todo o companheirismo e amizade.

Aos meus pais e avós por tudo. Pela educação que me deram, os valores transmitidos, a sua presença contínua em todos os momentos, os esforços que fizeram para que este momento fosse possível e pela compreensão demonstrada.

Por fim, quero agradecer à Telma por todo o apoio, amizade, confiança, carinho, força, paciência, conhecimento e tudo de bom que sempre me transmitiu e, sem a qual, este momento não teria sido possível.

Resumo

A atual conjuntura económica que se vive na Europa tem sensibilizado as empresas para a adoção de novas estratégias e abordagens de gestão, que permitam garantir a sua subsistência e crescimento. Nesta perspetiva surge o paradigma *Lean*, que engloba um conjunto de conceitos e técnicas que, aplicados em conjunto, visam aumentar a competitividade da empresa, criando uma cultura de incessante busca pela perfeição. Em particular, os ideais do paradigma *Lean* assentam num aumento de produtividade e eficiência, e na redução sistemática de desperdícios e otimização dos recursos existentes.

A presente dissertação visa desenvolver um modelo para melhorar a produtividade e o nível de serviço apresentados pela Riberalves, uma empresa do sector alimentar. Face aos desafios propostos pela empresa, o presente trabalho consistiu no estudo e implementação duma técnica do paradigma *Lean* - nivelamento de produção (*Heijunka*) -, de modo a reduzir as quantidades em rutura e eliminar a necessidade de subcontratação de pessoal aquando do aumento sazonal da procura. Em particular, a aplicação da técnica de nivelamento de produção incide no planeamento de produção do bacalhau demolhado ultra congelado, devido à maior variabilidade associada ao seu processo produtivo.

Os resultados decorrentes deste estudo comprovam o sucesso da metodologia adotada, uma vez que, os objetivos delineados pela empresa foram alcançados. Mais concretamente, obteve-se um incremento de 2,2 pontos percentuais no nível de serviço e de 7% na produtividade, em comparação com os mesmos valores verificados no ano precedente. Adicionalmente, prevê-se, ainda, uma diminuição nos custos referentes à mão-de-obra através da eliminação da necessidade de subcontratação de pessoal.

Palavras-chave: Nível de Serviço, Produtividade, Riberalves, Nivelamento da Produção, Paradigma *Lean*.

Abstract

The current economic conjecture that resides across Europe has making companies aware of the need of adopting new strategies and management approaches, in order to guarantee their subsistence and growth. The paradigm of *Lean* management emerges from this context as a set of concepts and techniques that, when applied together, aim to increase the company's competitiveness, by growing the idea of an incessant search for perfection. Particularly, the ideals of the *Lean*'s paradigm are based on increasing the productivity and efficiency, as well as, reducing systematically the waste and optimizing the available resources.

The present dissertation aims to develop a model to improve the productivity and level of service concerning a company in the food business sector, named as Riberalves. Regarding the challenges proposed by the company, the current work consisted in the study and implementation of a technique from the *Lean*'s paradigm - *Heijunka* – with the intent of reducing the amount in rupture and to extinct the need for personnel outsourcing when there's a seasonal increase in demand. In particular, we will focus on studying the effect of the mentioned technique in the production management of a particular type of codfish (bacalhau demolhado ultra congelado), due to the high variability related to its production process.

The emergent results show the success of the adopted strategy once we were able to reach the goals proposed by the company. More specifically, we observed an increment of 2.2 percentage points in the level of service of the company and of 7% in the productivity, when compared with the same values obtained in the preceding year. Moreover, we foresee a reduction in the costs of manual labor by eliminating the need for personnel outsourcing.

Keywords: Level of Service, Productivity, Riberalves, *Heijunka*, Paradigm of *Lean*.

Índice de matérias

1.	Introdução	1
1.1.	Enquadramento.....	1
1.2.	Objetivos	3
1.3.	Metodologia	3
1.4.	Estrutura da dissertação.....	4
2.	Revisão bibliográfica.....	5
2.1.	Paradigma <i>Lean</i>	5
2.1.1.	Origem e evolução do paradigma <i>Lean</i>	5
2.2.	Princípios do paradigma <i>Lean</i>	9
2.3.	Tipos de desperdício.....	11
2.4.	Vantagens do paradigma <i>Lean</i>	13
2.5.	Obstáculos à implementação do paradigma <i>Lean</i>	13
2.6.	Ferramentas e metodologias <i>Lean</i>	14
2.6.1.	Kaizen	15
2.6.2.	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	15
2.6.3.	<i>Value Stream Mapping</i>	18
2.6.4.	<i>Heijunka</i> – Nivelamento da produção	21
2.6.5.	Supermercado.....	24
2.6.6.	Kanban	26
2.7.	Rutura de <i>stock</i>	28
2.8.	Produtividade	29
3.	Caraterização da empresa.....	31

3.1.	História da empresa.....	31
3.2.	Missão, valores e visão.....	32
3.3.	Organograma do grupo.....	32
3.4.	Tipo de produtos.....	33
3.5.	Mercado.....	34
3.5.1.	Tipo de procura	34
3.5.2.	Tipo de mercados	35
3.6.	Processo de produção	38
3.6.1.	Corte.....	38
3.6.2.	Demolha	40
3.6.3.	Ultracongelação.....	42
3.6.4.	Vidragem.....	42
3.6.5.	Embalamento Demolhado Ultra Congelado.....	43
3.6.6.	Expedição	44
3.7.	Caraterização armazenagem.....	44
3.7.1.	Câmaras de Produto Congelado	45
3.7.2.	Câmaras de Produto Acabado	46
3.8.	Caraterização do caso de estudo.....	47
3.8.1.	Descrição da situação atual	48
3.8.2.	Constrangimentos da situação atual	51
4.	Nivelamento de Produção – Secções do Corte e Embalamento	59
4.1.	Periodicidade do planeamento da produção.....	60
4.2.	Definição do local para o armazenamento do produto.....	61
4.3.	Algoritmo do planeamento de produção	63
4.3.1.	Procura da secção do Embalamento	65
4.3.2.	Dedicação das referências de PA pelas linhas de produção - Embalamento.....	66
4.3.3.	Procura da secção do Corte	70

4.3.4.	Dedicação dos tipos de corte pelas linhas de produção - Corte	72
4.3.5.	Evolução da taxa de ocupação mensal das Câmaras de Produto acabado.....	75
4.4.	Exemplo de aplicação do algoritmo	77
4.5.	Apresentação e discussão dos resultados	83
5.	Conclusões e trabalho futuro.....	89
5.1.	Conclusões	89
5.2.	Limitações do estudo de caso.....	90
5.3.	Trabalho futuro.....	91
	Referências	93

Índice de figuras

Figura 2.1. Casa do TPS.....	7
Figura 2.2. Princípios do <i>Lean Thinking</i>	10
Figura 2.3. Abordagem tradicional para o aumento da produtividade da empresa.	10
Figura 2.4. Abordagem <i>Lean</i> para aumento da produtividade da empresa.	11
Figura 2.5. Representação dos sete tipos de desperdícios.	12
Figura 2.6. Tempo de ciclo e <i>takt time</i> não equilibrado (à esquerda) e em equilíbrio (à direita).20	
Figura 2.7. Primeira fase do nivelamento da produção.....	21
Figura 2.8. Segunda fase do nivelamento da produção.....	22
Figura 2.9. Terceira fase do nivelamento da produção.	22
Figura 2.10. Quarta fase do nivelamento da produção.....	22
Figura 2.11. Quinta fase do nivelamento da produção.....	22
Figura 2.12. Exemplo Kanban de produção.....	26
Figura 2.13. Exemplo Kanban de transporte.....	27
Figura 2.14. Exemplo de um caso prático de utilização do <i>kanban</i> de produção e de transporte.	28
Figura 3.1. Organograma da empresa.	33
Figura 3.2. Volume de vendas em 2014 por tipo de produto.	33
Figura 3.3. Volume de vendas (2012 a 2014).	35
Figura 3.4. Evolução do volume de vendas – Mercado Nacional vs. Internacional (2010-2014).	36
Figura 3.5. Volume de vendas por tipo de cliente - Mercado Nacional.....	37
Figura 3.6. Volume de vendas por país - Mercado Internacional.	37
Figura 3.7. Fluxo de processo bacalhau seco e DUC.....	39
Figura 3.8. Tipo de corte “lombos”.....	40
Figura 3.9. Layout das câmaras de produto congelado e produto acabado.....	45
Figura 3.10. Evolução da quantidade de produto não entregue aos clientes em 2014.	52
Figura 3.11. Número de horas trabalhadas 2013 e 2014.....	54
Figura 3.12. Produção mensal em 2013 e 2014.	55
Figura 3.13. Produtividade de trabalho mensal em 2013 e 2014.	56
Figura 3.14. Produtividade média em 2013 e 2014.....	56
Figura 4.1. Sequência de realização dos passos para a construção do algoritmo.....	64
Figura 4.2. Fases do cálculo da procura da secção do Embalamento.....	65
Figura 4.3. Volume de vendas de 2014 e previsão da variação de vendas de 2015 para cinco referências PA.	66
Figura 4.4. Procura e produção nivelada semanal de 2015 para cinco referências de PA.	66
Figura 4.5. Fases da dedicação das referências de PA pelas linhas de produção.....	68

Figura 4.6. Cálculo do OEE expetável para a Linha 1 do Embalamento DUC.	70
Figura 4.7. Fases do cálculo da procura da secção do Embalamento.....	71
Figura 4.8. Procura da secção do Corte para cinco tipos de corte.....	72
Figura. 4.9. Fases da dedicação dos tipos de corte pelas linhas de produção.	72
Figura 4.10. Produção média semanal e taxa de ocupação expetável da Linha 2 da Secção do Corte.....	75
Figura 4.11. Taxa de ocupação mensal das Câmaras de PA.	77
Figura 4.12- Dados de <i>input</i> do algoritmo, referentes à Linha 3 da secção do Embalamento. ...	78
Figura4.13. Dados de <i>input</i> do algoritmo, referentes à Linha 6 da secção do Corte.....	79
Figura 4.14. Objetivo de produção média diária para uma amostra de referências de PA da Linha 3 – Embalamento.....	79
Figura.4.15- Taxa de ocupação e OEE expetável da Linha 3 fornecidas pelo algoritmo.	80
Figura 4.16. <i>Stocks</i> expetáveis para as referências de PA produzidas na Linha 3 da secção do Embalamento.....	81
Figura 4.17. Taxa de ocupação das Câmaras com as previsões de <i>stocks</i> expetáveis da Linha 3.	82
Figura 4.18. Objetivos de produção para cada tipo de corte – Algoritmo, Linha 2.	82
Figura 4.19. Taxa de ocupação expetável da Linha 2 fornecida pelo Algoritmo.....	83
Figura 4.20. Produtividade média de 2013 a 2015.....	88

Índice de tabelas

Tabela 2.1. Comparação do sistema de produção em massa com produção <i>Lean</i>	8
Tabela 3.1. Evolução do volume de vendas – Mercado nacional vs. internacional (2010-2014).	35
Tabela 3.2. Tempo de demolha para os tipos de postas resultantes do tipo de corte “lombos” ..	41
Tabela 3.3. Número de referências de PA e tipo de material utilizado por linha de produção DUC.	43
Tabela 3.4. Capacidade de armazenamento das Câmaras de produto congelado.....	45
Tabela 3.5. Capacidade das câmaras de armazenamento PA.	46
Tabela 3.6. Referências de PA criadas e extintas nos últimos 5 anos.	48
Tabela 3.7. Quantidade e custo das ruturas ocorridas mensalmente em 2014.	53
Tabela 4.1. Vantagens e desvantagens das Câmaras de PVF e PA funcionarem como ponto de armazenamento da cadeia de abastecimento.	62
Tabela 4.2. Valores de OEE atual das linhas de produção da secção do Embalamento, Julho a Dezembro de 2014.	67
Tabela 4.3. Dedicção das referências de PA pelas linhas de produção.	68
Tabela 4.4. Tempo de ciclo para cada tipo de embalagem.....	68
Tabela 4.5. Capacidade de produção máxima diária em função do peso da embalagem.....	69
Tabela 4.6. Taxa de rejeitados para cinco tipos de corte.....	71
Tabela 4.7. Dedicção dos tipos de corte pelas linhas de produção.....	73
Tabela 4.8. Tempo de ciclo e capacidade de produção máxima por tipo de corte da Linha 2 da secção do Corte.	74
Tabela 4.9. Tempo de ciclo e capacidade de produção máxima para cada tipo de corte da Linha 2.....	74
Tabela 4.10. Objetivos de produção e OEE Linha 3 do Embalamento DUC	83
Tabela 4.11. Objetivos de produção e taxa de ocupação da Linha 6 do Corte.....	83
Tabela 4.12. Resultados obtidos com o Nivelamento da produção - secção do Embalamento...	85
Tabela 4.13. Comparação dos resultados obtidos em 2014 e 2015.....	86
Tabela 4.14. Resultados obtidos com o Nivelamento da produção - secção do Corte.....	87

Lista de abreviaturas

AB – Asa Branca

AP – Asa Preta

DUC – Demolhado Ultra Congelado

JIT – *Just In Time*

LT – *Lead Time*

MI – Mercado Internacional

MN – Mercado Nacional

MP – Matéria-Prima

MTS – *Make-To-Order*

MTS – *Make-To-Stock*

n.d. – não definido

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

PA – Produto Acabado

PVF – Produto em Vias de Fabrico

SMED - *Single Minute Exchange of Die*

Tc – Tempo de ciclo

TO – Taxa de Ocupação

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

TT – *Takt Time*

VSM – *Value Stream Mapping*

WIP – *Work In Progress*

1. Introdução

Através da realização deste capítulo, pretende fazer-se uma introdução ao trabalho desenvolvido. Numa primeira instância, apresenta-se o enquadramento do tema e os objetivos propostos a atingir com o desenvolvimento da dissertação. De seguida, identifica-se a metodologia utilizada para atingir esses mesmos objetivos. Por último, apresenta-se a estrutura da dissertação.

1.1. Enquadramento

A atual conjuntura económica que se vive na Europa tem estado na base do encerramento de muitas empresas nos mais diversos setores de atividades. Com o aumento da carga fiscal e respetivas contribuições entregues ao Estado, bem como, uma maior limitação no acesso ao crédito, torna-se mais complicado para uma empresa obter rentabilidade e sustentabilidade do seu negócio. Esta situação desencadeou o aparecimento dum mercado muito competitivo, sendo previsível que esta competitividade assuma contornos cada vez mais preponderantes. Desta forma, é possível afirmar que a gestão eficaz e eficiente duma empresa pode marcar a diferença entre a que entra em falência e a que aumenta a sua quota de mercado.

No mercado atual, o cliente é cada vez mais exigente e espera por parte do prestador de serviço uma maior capacidade de resposta, com maior variedade de produtos/serviços disponíveis e com menores custos associados. Tal como afirma Suzaki (2010), “(...) antes, as empresas podiam oferecer aos clientes um único produto, de forma e tamanho *standard*. Mas com o aumento da competitividade global e a diversificação das necessidades dos clientes, a capacidade de uma empresa responder rapidamente ao mercado pode tornar-se numa questão de sobrevivência.” Com este tipo de cliente, o ciclo de vida dum produto torna-se cada vez menor, privilegiando-se ao invés disso, uma maior diversidade na gama de produtos apresentada. Assim, é necessário melhorar a eficácia e eficiência dos processos realizados dentro e fora da empresa, adotando uma cadeia de abastecimento flexível que permita dar uma resposta rápida às necessidades do cliente. Outra das necessidades que surge deste tipo de mercado é a redução contínua de custos a nível interno. Hoje em dia, é crucial que uma empresa tenha uma visão global de todo o seu processo e seja capaz de identificar em que pontos pode reduzir custos, sem afetar a qualidade do produto/serviço e, conseqüentemente, a satisfação do cliente.

Tendo em conta os aspetos referidos, é necessário definir uma estratégia para abordar o mercado e o cliente com as características atuais. Essa estratégia é definida pelo planeamento que estabelece a ligação entre todas as entidades ativas da cadeia de abastecimento. De acordo com Azevedo (2000), “a vantagem competitiva das empresas passa cada vez mais pelo desenvolvimento de novas estruturas organizacionais, nomeadamente pelo estabelecimento de redes de cooperação com todas as entidades intervenientes na cadeia de abastecimento, e novas metodologias de gestão e planeamento, apoiadas fortemente por tecnologias de informação e de comunicação”. A redução de custos e o aumento da satisfação do cliente são os objetivos principais a ser atingidos através deste tipo de planeamento. As características do planeamento a aplicar podem variar de empresa para empresa, sendo necessário encontrar o equilíbrio entre as várias variáveis que têm impacto sobre estes dois objetivos.

Os princípios do paradigma *Lean* têm vindo a ser aplicados, cada vez mais pelas empresas, com vista ao aumento da qualidade do produto/serviço prestado, a um custo igual ou inferior, de forma a corresponder às exigentes expectativas do cliente atual. Para isso, o paradigma *Lean* assenta o seu foco na redução ou eliminação das atividades que não acrescentam valor ao produto/serviço prestado, potencializando as restantes, que acrescentam valor. Com a implementação deste paradigma, as empresas pretendem atingir as condições de produção ideais para garantir a otimização das variáveis que afetam a equação da produtividade, definida, por (Machado, 2007), como “(...) uma relação entre os *outputs* e *inputs* (o/i), a produtividade tem vindo a ser calculada, de forma cada vez mais complexa, através da identificação, tão completa quanto possível, das variáveis que afetam o numerador (que se pretende maximizar) e o denominador (que se pretende minimizar).”

A implementação do paradigma *Lean* nas empresas está geralmente ligada a um conjunto de conceitos e técnicas, que aplicados em conjunto, permitem atingir os seus principais objetivos - redução de custos e aumento da satisfação dos clientes. Uma das técnicas que tem assumido maior relevância no setor empresarial, nos últimos tempos, é o *Heijunka*, que em português é traduzido como nivelamento da produção ou produção nivelada. A técnica do nivelamento da produção é utilizada para definir o planeamento de produção da empresa e tem como principal objetivo a redução da variabilidade inerente ao processo produtivo e todos os seus efeitos consequentes. Segundo Suzaki (2010), “A produção nivelada mantém o volume de produção constante por um determinado período de tempo, fazendo com que a confusão no chão de fábrica seja menor, ao mesmo tempo que ajuda a tornar os problemas visíveis mais facilmente.” Esta técnica é útil principalmente para empresas que apresentam uma procura sazonal e que não tem problemas associados à existência de *stocks*, tanto a nível de capacidade de armazenamento, como a nível da possibilidade de redução da qualidade do produto.

1.2. Objetivos

O objetivo da presente dissertação consiste no desenvolvimento duma metodologia de apoio à implementação duma técnica de planeamento de produção para um tipo de produto - bacalhau Demolhado Ultra Congelado (DUC) - produzido na empresa Riberalves – Comércio e Indústria de Produtos, S.A.

A implementação desta técnica pretende incidir, particularmente, sobre dois aspetos negativos que se têm vindo a intensificar, ao longo dos últimos anos na empresa, i) elevada quantidade em ruturas de *stock* e ii) necessidade de subcontratar pessoal para fazer face ao aumento sazonal da procura. Para isso, os objetivos da dissertação consistem em:

- 1) Aumentar o nível de serviço da empresa;
- 2) Eliminar a necessidade de subcontratação de pessoal;
- 3) Aumentar a produtividade.

De referir que, os objetivos apresentam como base comparativa os resultados verificados em 2014. Estes resultados são apresentados no capítulo da caracterização do caso de estudo e são comparados com os expetáveis para 2015, discriminados no capítulo da apresentação e discussão de resultados.

Com a definição dos objetivos, a empresa pretende diminuir a variabilidade associada ao processo produtivo e, conseqüentemente, aumentar o valor da produtividade que é afetado pela procura ao longo do ano. Para além disso, também se pretende reduzir os custos de mão-de-obra e de ruturas, bem como aumentar a satisfação do cliente, através do cumprimento das encomendas.

1.3. Metodologia

Para a realização desta dissertação definiu-se como objetivo primordial a sua realização num contexto empresarial, de forma a aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso num caso real. Desta forma, surgiu a oportunidade da realização dum estágio na empresa Riberalves - Comércio e Indústria de Produtos, S.A, no qual foi proposto o desenvolvimento duma proposta de metodologia para o planeamento de produção da empresa.

Numa primeira fase, é feita uma recolha e análise dos dados necessários ao desenvolvimento do estudo de caso. Analisam-se as vendas de cada produto, tendências que possam caracterizar a procura, capacidade dos armazéns, famílias de produtos e expetativas de crescimento da empresa para o ano de 2015.

De seguida, são identificados os problemas que advêm do método de planeamento atualmente utilizado, as suas conseqüências e identificam-se os problemas que podem ser resolvidos e os potenciais benefícios resultantes para a empresa.

Numa terceira fase, é feito um enquadramento teórico das várias técnicas existentes para o desenvolvimento do planeamento de produção, de forma a contextualizar a sua aplicação no estudo de caso. Nesta fase, o principal objetivo é identificar a técnica que melhor se adequa à resolução dos problemas identificados na fase anterior.

Por último (fase 4), é selecionada e implementada a técnica de planeamento da produção proposta. Para isso, desenvolveu-se um algoritmo que define as quantidades correspondentes aos objetivos de produção de cada produto, num determinado período de tempo, os *stocks* expetáveis e as potenciais taxas de ocupação nos armazéns, seguindo a metodologia definida.

Por questões de confidencialidade exigida pela empresa, a divulgação de dados neste estudo de caso é limitada. Ao longo da dissertação, são feitas referências aos dados que não podem ser divulgados.

1.4. Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos, incluindo o presente capítulo, referente à introdução.

No segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica, onde é feita uma contextualização acerca do paradigma *Lean*, nomeadamente em contexto empresarial. Nesta secção são apresentados conceitos fundamentais ao desenvolvimento do projeto.

No capítulo que se segue, faz-se uma caracterização da empresa e do estudo de caso a desenvolver na dissertação. Neste, são também descritos os principais constrangimentos resultantes da situação atual.

No capítulo quatro, é apresentada a metodologia utilizada neste estudo de caso, bem como o algoritmo desenvolvido para a sua aplicação. Os resultados obtidos nesta dissertação são também apresentados e discutidos neste capítulo.

Por último, o capítulo cinco retrata as principais conclusões retiradas deste estudo de caso. Neste capítulo, é feita uma avaliação do trabalho desenvolvido, de forma a analisar o cumprimento dos objetivos propostos, as limitações encontradas e o trabalho futuro a realizar para dar sequência ao estudo desenvolvido.

2. Revisão bibliográfica

O presente capítulo serve para sensibilizar e contextualizar o leitor, acerca da importância e da evolução do paradigma *Lean*, no setor empresarial. Para isso, é dada uma visão global dos conceitos subjacentes a esta temática, incidindo na descrição de princípios e ferramentas existentes que se podem aplicar aos sistemas de produção. Este capítulo apresenta-se dividido em três secções. A primeira apresenta o paradigma *Lean*, desde a sua origem e evolução ao longo dos anos, aos princípios adotados, tipos de desperdício associados e as principais vantagens e obstáculos à sua implementação. Na segunda secção, é feita uma abordagem às ferramentas e metodologias utilizadas no paradigma *Lean*, bem como uma descrição mais pormenorizada das ferramentas relevantes para o estudo de caso em questão. Por fim, são descritos dois conceitos, fora da temática do paradigma *Lean*, considerados pertinentes para a compreensão do estudo de caso.

2.1. Paradigma *Lean*

Neste capítulo é feita uma contextualização teórica a cerca do paradigma *Lean*. Primeiramente são apresentadas, as origens e fundamentos associados ao paradigma *Lean*, seguindo-se dos princípios e tipos de desperdícios que caracterizam o paradigma, dirigindo-se o foco numa fase posterior para o estudo de algumas ferramentas do paradigma *Lean* importantes para este estudo de caso.

2.1.1. Origem e evolução do paradigma *Lean*

A origem do paradigma *Lean* remonta aos finais da Segunda Guerra Mundial, altura em que a Toyota, através dos executivos Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, implementou o denominado *Toyota Production System* (TPS) (Monden, 2012). Baseando-se no sistema de produção em massa utilizado pela Ford, criado por Henry Ford, nos Estados Unidos da América, no início do século XX, Ohno percebeu que seria muito complicado replicar integralmente este sistema de produção no Japão, uma vez que este é feito para satisfazer um mercado mais abrangente, através duma produção com menor variabilidade, mas em maiores quantidades (lotes maiores). Como tal, foi necessário adaptar este sistema à realidade do Japão, que enfrentava no momento as

consequências da Segunda Guerra Mundial, apresentando escassez de recursos, quer a nível financeiro, quer a nível humano. Desta adaptação, surgiu o desenvolvimento do TPS, um sistema de produção que visava produzir em fluxo contínuo e dirigir todos os seus esforços para as tarefas da produção que acrescentavam valor ao produto, procurando eliminar as restantes (Womack *et al.*, 2007).

Segundo Taiichi Ohno (1997), um dos fundadores do TPS, este sistema surgiu da necessidade imposta pela variabilidade que apresentava o mercado da indústria automobilística japonesa no período pós-guerra. Sob a iminência de baixa procura, a Toyota implementou um sistema produtivo que visava a produção em fluxo contínuo, não dependente de longos ciclos produtivos, nem de elevados *stocks* para ser eficiente. Ao invés, opta pela produção de reduzidas quantidades, de grande variedade de produtos.

O principal objetivo do TPS é garantir a satisfação do cliente com a minimização dos custos e esforços que lhes estão inerentes. De forma a atingir este objetivo, o TPS investe na produção em menores quantidades dum produto com maior qualidade e mais personalizado, ao mesmo tempo que minimiza os custos inerentes à sua produção, através da redução das horas trabalhadas, espaço fabril, *stocks*, investimentos, erros de produção e horas utilizadas para o desenvolvimento dum novo produto (Womack *et al.*, 2007).

Para atingir este objetivo, Ohno focou-se na identificação e eliminação do desperdício associado às atividades do processo produtivo da *Toyota*, de forma a direcionar todo o tempo disponível para a realização das atividades que acrescentam valor ao produto. Como atividades que acrescentam valor ao produto, consideram-se todas as atividades de transformação do produto, em que o cliente está disposto a pagar algo para as poder ter (Ohno, 1997).

Na Figura 2.1 está representada a casa do TPS. Seguindo a ordem como qualquer casa deve ser construída, da base para o topo, é apresentado como a base deste sistema de produção, a eliminação dos desperdícios, através da utilização de ferramentas *Lean*, que são (algumas delas) descritas na secção 2.6. Posteriormente, definiram-se dois pilares, o *Just-in-Time* (JIT) e o *Jidoka* (automação), nos quais assenta a estrutura deste sistema de produção. Por fim, chega-se ao topo da casa, onde estão representados os valores que pretendem atingir para o aumento da satisfação do cliente e redução de custos. No centro e interrelacionado com todas as partes da casa, aparece o termo melhoria contínua, também conhecido por *Kaizen* (em Japonês), que remete para uma cultura de melhoria contínua, que deve ser praticada todos os dias, em todas as áreas e por todas as pessoas envolvidas no sistema de produção.

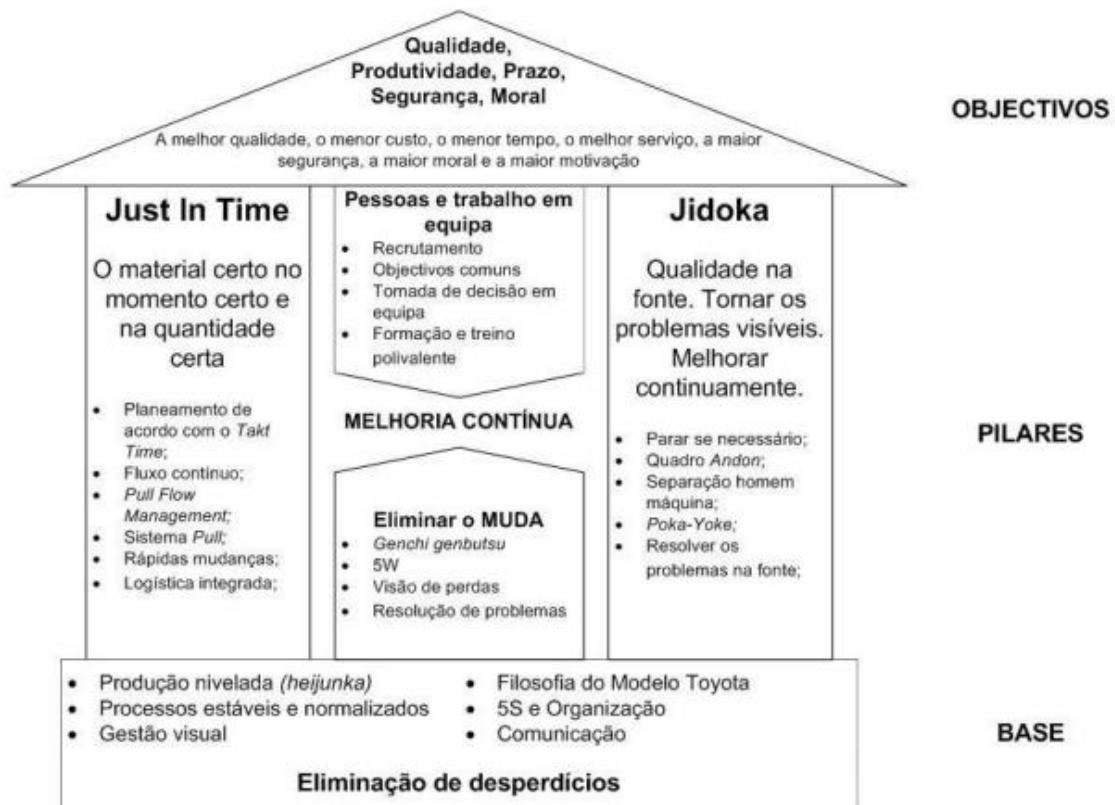


Figura 2.1. Casa do TPS.
Adaptado de Liker (2004)

De seguida, são caracterizados os dois pilares em que se baseia o TPS, o JIT e *Jidoka*, duas filosofias do paradigma *Lean*, que devem estar sempre presentes em qualquer sistema de produção.

- i. *Just-in-Time* (JIT): Esta filosofia é constituída por um conjunto de princípios seguidos pelo TPS e consiste na produção dos materiais necessários, no momento e quantidade necessária, de forma a procurar satisfazer as necessidades do cliente. Neste caso, apenas são produzidas as quantidades encomendas pelo cliente, ou seja, a produção é “puxada” pela procura (Haan & Yamamoto, 1999).

A aplicação da filosofia JIT resulta na diminuição do nível de *stocks* dos produtos em vias de fabrico, de tempos de espera, de transportes e de defeitos, reduzindo consequentemente os custos de produção e aumentando a qualidade do produto (Womack & Jones, 2003). Segundo Liker (2004), a filosofia JIT apresenta como principais objetivos:

- Zero defeitos;
- Tempo de *setup* nulo;
- Zero *stocks*;
- Zero movimentações;
- Lotes unitários.

- ii. *Jidoka* (Autonomação): Esta filosofia do paradigma *Lean* corresponde no controlo da qualidade na origem, de forma a detetar possíveis erros na produção. Este controlo deve ser feito pela máquina e não pelo operador. No momento em que deteta a anomalia do produto, a máquina ativa um sistema sinalizador, conhecido por *Andon*, que permite ao operador percecionar a existência do erro e parar o sistema de produção. Desta forma, liberta-se o operador das suas tarefas de inspeção e controlo da qualidade do produto (tarefas que não acrescentam valor), podendo o mesmo supervisionar um conjunto de máquinas ou realizar outro tipo de tarefas que acrescentem valor ao produto (Liker, 2004). O *Jidoka* confere ao operador a liberdade de imobilizar a produção, caso exista o sinal da deteção de possíveis anomalias (Ohno, 1997). O objetivo principal desta técnica consiste na paragem da produção exatamente no momento em que é detetado o erro, de forma a evitar o retrabalho e a propagação de defeitos ao longo do sistema produtivo.

O termo *Lean Production* surge pela primeira vez numa publicação dum investigador, *John Krafcik*, do *International Motor Vehicle Program* (IMVP) do *Massachusetts Institute of Technology*, na qual o autor se refere a este como o sistema de produção da Toyota (TPS). Mais tarde, a designação de *Lean Production* seria divulgada uma vez mais em alusão ao TPS, no livro “*The machine that changed the world*” (Maia *et al.*, 2011 e Womack *et al.*, 2007).

Melton (2005) aponta as principais diferenças entre os sistemas de produção em massa e o de produção *Lean* (*Lean Production*) na Tabela 2.1. Enquanto o sistema de produção em massa apresenta um sistema de operação mais tedioso para a força de trabalho, uma vez que se foca na produção de produtos padronizados durante longos ciclos de produção, o sistema de produção *Lean*, comparativamente a este, requer metade do esforço da mão-de-obra, metade do espaço fabril, metade do investimento e metade das horas afetas ao desenvolvimento dum novo produto.

**Tabela 2.1. Comparação do sistema de produção em massa com produção *Lean*.
Adaptado de Melton (2005)**

	Produção em massa	Produção <i>Lean</i>
Base	<i>Henry Ford</i>	<i>Toyota</i>
Trabalhadores – <i>desing</i>	Profissionais especificamente qualificados	Equipas formadas por trabalhadores multifacetados a todos os níveis da organização
Trabalhadores - produção	Trabalhadores pouco ou nada qualificados	Equipas formadas por trabalhadores multifacetados a todos os níveis da organização
Equipamento	Máquinas dispendiosas com um único propósito	Sistemas manuais e automáticos com capacidade de produção em larga escala e de grande variedade de produtos
Métodos de produção	Produção em larga escala dum produto <i>standard</i>	Produção personalizada baseada nas encomendas do cliente
Filosofia de organização	Baseada numa hierarquia, cuja responsabilidade é atribuída à administração.	Fluxo de valor, utilizando níveis adequados de capacitação – atribuição da responsabilidade a todos os níveis da organização
Filosofia Geral	Procura apenas o razoável	Procura contínua pela perfeição

Em suma, a Produção *Lean* é considerado um modelo organizacional que apresenta diversas vantagens para as organizações que o implementem, nomeadamente, através da redução de custos conseguida com a eliminação de desperdícios (Liker & Morgan, 2006).

2.2. Princípios do paradigma *Lean*

Com o desenvolvimento do paradigma *Lean*, o que era numa fase inicial com o aparecimento do TPS, definido como *Lean Production*, foi evoluindo também para uma filosofia de pensamento, denominada por *Lean Thinking*. Este conceito apresenta como o seu principal objetivo a procura contínua da eliminação de todos os desperdícios, ambicionando a melhoria contínua da organização (Womack & Jones, 2003). O *Lean Thinking* assenta fundamentalmente em cinco princípios representados na Figura 2.2 e descritos de seguida (Melton, 2005; Moreira, 2015 e Womack & Jones, 2003).

- 1) *Valor*: é definido como qualquer atividade ou operação de transformação do produto que o cliente esteja disposto a pagar para a ter. Inclui também outros fatores que o cliente valoriza, tais como, a entrega do produto ao preço, quantidade, momento e local certo;
- 2) *Cadeia de Valor*: Todas as atividades necessárias para transformar matérias-primas e informação num produto acabado ou num serviço. Esta análise é fundamental para a posterior eliminação das atividades que nada acrescentam em termos de valor ao produto, contribuindo para a criação da sua cadeia de valor;
- 3) *Fluxo*: O objetivo deste princípio passa por garantir um fluxo contínuo do produto. Depois de estabelecida a cadeia de valor, é necessário garantir a existência duma sincronização perfeita entre as diferentes fases de processamento do produto, de forma a evitar tempos de espera e criação de *stocks* intermédios;
- 4) *Sistema Pull*: Neste sistema, o produto é “puxado” pelo cliente, ou seja, só há ordem de produção no momento em que se recebe a encomenda por parte do cliente. A adoção desta estratégia vem na sequência da criação dum fluxo contínuo, permitindo produzir nas quantidades e momentos certos, ou seja, quando é feita a encomenda pelo cliente, reduzindo consequentemente a criação de *stocks* desnecessários; e
- 5) *Perfeição*: Procura contínua pela perfeição. Trata-se de um processo constante, baseado nos princípios da melhoria contínua que envolve todos os intervenientes, de todas as áreas e todos os dias na busca incessante pela perfeição, através da eliminação de desperdícios e na criação de valor.



Figura 2.2. Princípios do *Lean Thinking*.
Adaptado de Moreira (2015)

Estes princípios apresentam como principal objetivo garantir a satisfação total do cliente, uma vez que é este quem recebe e avalia o valor do produto. Adicionalmente, a aplicação destes princípios permite reduzir o rácio existente entre as tarefas da produção consideradas como desperdício para o cliente, das que acrescentam valor ao produto. Segundo Liker (2004), geralmente, o desperdício, também conhecido por “muda”, referente ao processo produtivo pode representar cerca de 95% do seu tempo total, sendo que, normalmente, as organizações direcionam esforços para a redução deste valor, através do aumento da produtividade nas zonas que já acrescentam valor ao cliente, como representado na Figura 2.3.

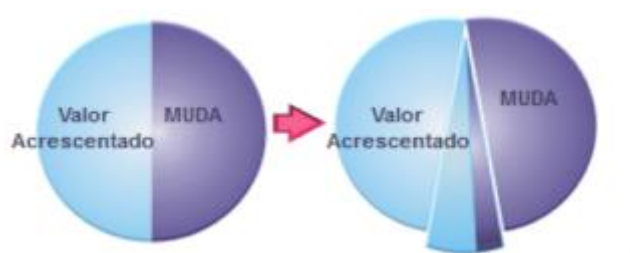


Figura 2.3. Abordagem tradicional para o aumento da produtividade da empresa.
Adaptado de Garcia (2014)

Contudo, de acordo com Ohno (1988), o grande objetivo é reduzir o tempo que vai do momento em que o cliente coloca a encomenda, até ao momento em que se recebe o pagamento referente a essa encomenda. A redução desse tempo deve ser feita através da eliminação das atividades que não acrescentam valor ao produto, ao invés do aumento da produtividade das zonas que já acrescentam valor (Figura 2.3), tal como representado na Figura 2.4.



Figura 2.4. Abordagem *Lean* para aumento da produtividade da empresa.
Adaptado de Garcia (2014)

2.3. Tipos de desperdício

Como representado na figura 2.1, a base de toda a estrutura do TPS assenta na eliminação de desperdícios. E o que representa esta palavra, desperdício, no seio dum sistema de produção numa determinada empresa? Machado (2007) define-a como todas as atividades que acrescentam custo ou tempo sem acrescentar valor, ou seja, consomem recursos da organização e não acrescentam valor ao produto. Estas atividades apresentam uma excelente oportunidade de melhoria para o desempenho das organizações e para o serviço prestado ao cliente, sendo por isso, necessário identificá-las para poder eliminá-las. De acordo com a literatura, existem sete tipos de *muda* (palavra de origem japonesa que significa desperdício), que são necessários identificar para poder eliminá-los, dos quais se têm (Fargher, 2007; Melton, 2005 e Wilson, 2010):

- *Stocks*: É representado pela existência de materiais, peças e produtos em excesso, em relação às necessidades, quer do processo de produção, quer do cliente. Este tipo de *muda* acarreta as seguintes consequências à empresa: i) Ocupação de espaço; ii) Capital investido; iii) Deterioração; e iv) Esconde problemas/deficiências inerentes ao processo de produção;
- *Transporte de materiais*: Corresponde à fase logística dos materiais. Este é uma atividade que não acrescenta valor ao produto, pois não representa qualquer transformação nas suas características, mas que muitas vezes é necessária de ser feita. Contudo, deve minimizar-se o número de transportes realizados e as distâncias percorridas na fase de processamento do produto, pois estas acarretam custo de movimentação, ocupação de pessoas e equipamentos, tempo “perdido”, áreas ocupadas e investimentos em meios de movimentação;
- *Tempos de espera*: Períodos em que as pessoas, materiais, equipamentos ou informações não estão disponíveis no momento em que são necessários para a realização da tarefa que acrescenta valor ao produto. Este desperdício pode advir de causas como avarias de

equipamentos, faltas de material ou informação, tempos *setup* das máquinas, reprocessamento de produtos, falhas do sistema informático e falhas de planeamento;

- *Sobreprocessamento*: Está relacionado com uma produção em excesso, aplicando esforços e recursos em requisitos do produto que não foram pedidos pelo cliente. Este tipo de desperdício pode ser causado por tarefas como reparações, limpeza, inspeções, etiquetagens, tempos excessivos de aquecimentos, refrigerações ou secagens e pode originar aumento do custo de produção e falta de cumprimento nos prazos de entrega;
- *Movimento de pessoas*: Corresponde à saída do operador do seu posto de trabalho. Um operador deve minimizar ao máximo as suas deslocações, de forma a aumentar o tempo útil de trabalho (tempo em que está a acrescentar valor ao produto). As principais causas deste tipo de desperdício são falta das ferramentas de trabalho, *layouts* desajustados a nível produtivo e ergonómico e sequências de trabalho mal planeadas;
- *Produção de defeitos*: Trata-se de erros ou falhas na conceção dos produtos que implicam a sua rejeição e, posterior, reprocessamento. Em casos mais graves, pode mesmo originar situações de devolução do produto ou rutura com os clientes, levando a custos adicionais e possível perda do cliente, quando estes erros não são detetados durante a sua fase de processamento. Para além disso, estes erros também causam tempo perdido por parte do operador e o desperdício da matéria-prima utilizada; e
- *Sobreprodução*: Este tipo de desperdício é considerado como um dos piores desperdícios que pode existir numa fábrica e ocorre quando a produção é superior à procura. Esta situação deve-se à falta de sincronização que existe entre a produção e a procura, permitindo despoletar um ou mais dos anteriores desperdícios apresentados. Este foi um dos tipos de desperdícios identificados por Ohno na estratégia da produção em massa utilizada pela *Ford*, propondo utilizar a metodologia JIT para a sua eliminação.

Na Figura 2.5, estão representados os 7 tipos de desperdícios descritos, fazendo uma alusão entre a ocorrência destes e a consequente perda em termos monetários que advém da sua ocorrência, através duma imagem que mostra o dinheiro a seguir diretamente para o “lixo”.



Figura 2.5. Representação dos sete tipos de desperdícios.

2.4. Vantagens do paradigma *Lean*

Com o aumento das exigências e da evolução do mercado nos últimos anos, é necessário responder com um acréscimo na competitividade da empresa, de forma a não se deixar atrasar em relação ao desenvolvimento do mercado. O paradigma *Lean* tem contribuído para o aumento dessa mesma competitividade das empresas, originando várias vantagens com a sua implementação, das quais se destacam (Melton, 2005):

- Redução de *stock*;
- Redução do desperdício inerente aos processos de trabalho;
- Redução de reprocessamento;
- Redução do *Lead Time*;
- Benefícios financeiros associados; e
- Melhor compreensão dos processos.

Dada a concorrência existente, as empresas que são capazes de encontrar alternativas na produção, de forma a fazer face às incertezas do mercado e produzir com o mínimo de desperdício, reduzindo os custos operacionais, são aquelas que alcançam maior sucesso. Esta situação deve-se ao aumento da satisfação do cliente, através duma fácil adaptação às suas exigências, ao mesmo tempo que são capazes de produzir a custos reduzidos (Maia *et al.*, 2011).

A preponderância que o paradigma *Lean* tem assumido para as empresas continua a aumentar com o passar dos anos. São inúmeros os casos de estudo que revelam o sucesso da implementação deste paradigma nos mais diversificados ramos de negócio. Como tal, é cada vez maior a curiosidade e o interesse que este paradigma tem desencadeado, refletindo-se num maior número de empresas a recorrer à sua implementação (Melton, 2005).

2.5. Obstáculos à implementação do paradigma *Lean*

Apesar das vantagens apresentadas anteriormente, continuam a existir muitas empresas que não aderem à implementação do paradigma *Lean*. Esta situação deve-se à existência de alguns obstáculos que não são compatíveis com os princípios que caracterizam o paradigma (Maia *et al.*, 2011).

Um dos principais obstáculos da implementação do *Lean* prende-se com a resistência à mudança que caracteriza o ser humano em geral. A maneira de pensar (valores e crenças) e a maneira de reagir (comportamentos e hábitos) são as duas principais causas desta resistência à mudança, uma vez que variam de pessoa para pessoa e provocam respostas diferentes mediante situações similares (Melton, 2005). Algumas reações típicas do ser humano quando confrontado com a mudança são dadas pelas seguintes respostas, “sempre trabalhamos assim”, “outra alteração que

não vai resultar”, “isso não mudaria nada”, “aqui isso não é possível”. Como Einstein afirmou em dias, “Os problemas significativos que enfrentamos não podem ser resolvidos com os mesmos pensamentos que os criaram”.

Outro obstáculo de conversão das empresas ao paradigma *Lean* deve-se à falta de informação e conhecimentos relativos acerca deste modelo organizacional, da sua forma de implementação e dos benefícios que advém deste. Este problema tem vindo a diminuir ao longo dos anos, uma vez que são cada vez mais as empresas que aderem à implementação do paradigma *Lean*. Contudo, ainda continuam a existir muitas empresas que se encontram “às escuras” relativamente a este tema (Silva *et al.*, 2010). Para além disso, a falta de apoio da gestão de topo, bem como a possibilidade de existência de custos de investimento, a falta da disponibilização de recursos e a não produção de benefícios tangíveis, são outras das razões que continuam a afastar algumas empresas da implementação do paradigma *Lean* (Silva *et al.*, 2010).

2.6. Ferramentas e metodologias *Lean*

O paradigma *Lean* fornece às empresas um conjunto de ferramentas e metodologias utilizadas para a implementação dos seus princípios, de forma a atingirem os seguintes objetivos: i) redução de custos e ii) aumento da satisfação do cliente. São enumeradas em seguida algumas destas ferramentas e metodologias mais utilizadas para um sistema de produção numa empresa (Bhasin & Burcher, 2006; Melton, 2005 e Suzaki, 2010):

- Fluxo contínuo;
- Supermercado;
- *Kanban*;
- *Heijunka* (Nivelamento da produção);
- *Overall Equipment Effectiveness*;
- *Poka-Yoke*;
- 5S;
- Gestão Visual;
- *Single Minute Exchange of Die* (SMED);
- *Total Quality Management* (TQM);
- *Kaizen* (Melhoria Contínua);
- *Standard Work* (Padronização de tarefas);
- *One piece flow*;
- *Value Stream Mapping* (VSM); e
- *Total Productive Maintenance* (Manutenção Autónoma).

Seguidamente, serão descritas as ferramentas e metodologias *Lean* relevantes para o estudo de caso em questão.

2.6.1. Kaizen

O termo *Kaizen*, palavra de origem japonesa, surgiu da junção de duas palavras *Kai* e *Zen* que, em separado, significam “mudar” e “melhor”, respetivamente. Como tal, *Kaizen* pode ser traduzido para português como mudar para melhor ou melhoria contínua. Esta melhoria contínua deve ser aplicada por todas as pessoas, todos os dias e em todas as áreas da organização, de forma a atingir os objetivos pretendidos (Ohno, 1997).

A implementação da metodologia *Kaizen* numa organização deve ser orientada pela gestão de topo e guiada pela mudança física e comportamental de todos os envolvidos no processo, desde a própria gestão de topo até aos colaboradores que trabalham diretamente no *Gemba*, palavra japonesa que significa o local onde se acrescenta valor (Suzaki, 2010).

O processo *Kaizen* passa por cinco etapas:

- 1) Definir valor para o cliente e para a organização;
- 2) Definir metas e organizar trabalho em equipas *Kaizen*;
- 3) Mudar processos e hábitos de trabalho;
- 4) Procurar *Muda* (desperdício), *Mura* (variabilidade) e *Muri* (dificuldade); e
- 5) Fazer *Kaizen* (mais utilidade para o cliente e menos desperdício para a organização).

Tal como acontece com o *Lean*, o *Kaizen* também apresenta como principal objetivo garantir a satisfação do cliente ao mínimo custo possível. A principal diferença entre estes dois conceitos é, segundo um diretor da Toyota afirmou numa visita de estudo, que o *Kaizen* é o processo e o *Lean* é o resultado. Com o *Kaizen* envolvemos as pessoas, estabelecemos os objetivos de melhoria e vamos para o *Gemba* (lugar onde o valor é acrescentado) para procurar novas ideias e para as implementar na hora. O resultado, podemos chamá-lo de *Lean*, pois no final temos mais produtividade, mais qualidade, menos *stocks* e mais motivação dos nossos empregados (Coimbra, 2009).

2.6.2. Overall Equipment Effectiveness

A eficiência do equipamento, *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), é uma ferramenta desenvolvida por Nakajima, utilizada na medição das melhorias realizadas a nível da TPM, permitindo às organizações compreender o estado atual dos seus equipamentos. Esta ferramenta permite medir a eficiência com que está a trabalhar um determinado equipamento ou máquina, comparando estes valores com os especificados nos manuais de utilização destes. A OEE pode,

ainda, funcionar como um indicador de desempenho duma linha de produção ou da própria fábrica (Nakajima, 1989).

O valor obtido de OEE é afetado negativamente por todas as ocorrências que não acrescentam valor, ou seja, por perdas de rentabilidade da capacidade do equipamento. Estas perdas podem ser causadas por três motivos, segundo Nakajima (1989):

- Disponibilidade;
- Rendimento; e
- Qualidade.

A disponibilidade consiste no tempo em que o equipamento esteve parado durante um determinado período de tempo por força de paragens não planeadas, ou seja, forçadas. Estas paragens podem ser causadas por situações de avarias, reparações, arranques e manutenção corretiva do equipamento. Este valor é calculado pela Equação 1 (Eswaramurthi & Mohanram, 2013):

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ operação}{Tempo\ produtivo\ planeado} \quad (1)$$

Onde o tempo de operação representa a subtração entre o tempo produtivo planeado e o tempo de paragem do equipamento por paragens não planeadas, ou seja, forçadas.

O rendimento representa a velocidade a que o equipamento trabalhou durante o tempo efetivo de operação, ou seja, o tempo em que o equipamento trabalhou sem qualquer paragem. Este indicador pode ser afetado por baixas cadências, velocidade da máquina e paragens menores, sendo calculado pela Equação 2 (Eswaramurthi & Mohanram, 2013):

$$Rendimento = \frac{Quantidade\ total\ processada \times Tempo\ de\ ciclo\ atual}{Tempo\ de\ operação} \quad (2)$$

Em que a quantidade total processada representa o número total de unidades produzidas pelo equipamento e o tempo de ciclo atual é dado pela velocidade que o equipamento leva a produzir uma única unidade.

Em relação à qualidade, esta pode ser afetada pela quantidade de unidades produzidas não conformes (rejeitados), sucata e o retrabalho. Isto acontece devido a situações como o mau funcionamento dos equipamentos ou o período inicial de funcionamento destes, devido à necessidade de estabilização inicial do equipamento. A qualidade do equipamento pode ser calculada, Equação 3 (Eswaramurthi & Mohanram, 2013):

$$Qualidade = \frac{Quantidade\ de\ unidades\ conformes\ processadas}{Quantidade\ total\ processada} \quad (3)$$

Em que a quantidade de unidades conformes processadas representam o número de peças boas produzidas. Desta forma, a qualidade será tanto maior, quanto menor o número de unidades não conformes produzidas.

A disponibilidade, rendimento e qualidade do equipamento são os três componentes constituintes do OEE. Desta forma, o cálculo da OEE pode ser feito através do produto de Disponibilidade, Rendimento e Qualidade (equação 4) ou, duma maneira mais simplificada, pelo quociente do Tempo produtivo efetivo pelo Tempo produtivo planeado, equação 5 (Eswaramurthi *et al.*, 2013):

$$OEE = Disponibilidade \times Rendimento \times Qualidade \quad (4)$$

$$OEE = \frac{\text{Tempo produtivo efetivo}}{\text{Tempo produtivo planeado}} \quad (5)$$

em que o tempo produtivo efetivo representa o tempo necessário para produzir a quantidade de unidades conformes produzidas.

De acordo com Eswaramurthi *et al.* (2013), existem seis perdas principais que podem afetar o valor de OEE do equipamento:

- 1) Falha do equipamento;
- 2) Tempos de setup e ajustamentos;
- 3) Pequenas paragens na produção ou de tempo ocioso;
- 4) Reduções da velocidade de produção;
- 5) Produção de defeitos e retrabalho; e
- 6) Baixo rendimento do equipamento;

Analisando estas perdas, observa-se que as duas primeiras incidem diretamente sobre o valor da disponibilidade do equipamento, as duas seguintes (3 e 4) afetam o seu rendimento e as últimas duas (5 e 6) afetam a sua qualidade (Eswaramurthi & Mohanram, 2013).

A implementação da ferramenta de OEE apresenta as seguintes vantagens para as organizações (ATS, 2010):

- Reduz os custos por inatividade do equipamento;
- Reduz os custos de reparação;
- Aumenta a eficiência de trabalho;
- Reduz os custos de qualidade;
- Aumenta a produtividade de trabalho; e
- Aumenta a capacidade produtiva.

2.6.3. Value Stream Mapping

O *Value Stream Mapping* (VSM) ou como é conhecido em português Mapeamento do Fluxo de Valor, é uma das ferramentas mais importantes do paradigma *Lean* e procura analisar os processos relativos ao fluxo de valor da empresa como um todo e não individualmente. Como tal, a primeira ferramenta a utilizar do paradigma *Lean* na cadeia de valor duma empresa é o VSM. Este é representado através dum fluxograma visual que desenha a cadeia de valor do produto, através da recolha de informações, materiais e atividades utilizadas durante a sua fase de processamento, desde a sua forma em matéria-prima até produto acabado (Rother & Shook, 2003).

O VSM permite distinguir as atividades que acrescentam das que não acrescentam valor ao produto dentro da cadeia de valor, sendo posteriormente possível atuar sobre as segundas, de forma a eliminá-las. Para isso, o VSM não inclui somente o fluxo de materiais ao longo da cadeia de valor, mas também todo o fluxo de informação associado ao processo, bem como o conjunto de atividades que representam operações, inspeções e pontos de armazenamento do material. Esta representação é feita duma forma simbólica, através dum lápis e papel, existindo um símbolo para cada um dos elementos citados anteriormente (Stamm & Neitzert, 2008).

Segundo Rother (2003), a implementação do VSM respeita as seguintes quatro fases sequenciais:

- 1) Seleção da família de produtos a mapear;
- 2) Mapeamento do fluxo de valor atual;
- 3) Mapeamento do fluxo de valor futuro; e
- 4) Plano de trabalho.

Inicialmente é necessário selecionar a família ou tipo de produtos sobre os quais se pretende incidir o estudo, uma vez que quer os clientes, quer a empresa não dão o mesmo nível de importância a todo o tipo de produtos. De seguida, faz-se o mapeamento do fluxo de valor atual, onde se registam todos os elementos referentes ao fluxo de materiais e informação (referidos anteriormente). Este mapeamento deve ser feito do final para o início, ou seja, do cliente para a fase inicial da cadeia de valor. Após o desenho do mapa da situação atual, identificam-se as oportunidades de melhoria, seguindo os princípios do paradigma *Lean* e com o objetivo de eliminar os 7 tipos de desperdícios referenciados nas secções 2.2 e 2.3, respetivamente. A partir daí, faz-se o mapeamento do fluxo de valor futuro, onde estão representadas as alterações que se pretendem implementar na cadeia de valor do produto. Por fim, delineia-se um plano de trabalho com o que deve ser feito e como o deve ser feito para atingir a situação representada no mapa do fluxo de valor futuro Rother (2003).

Para a definição da visão futura (situação ideal), é necessário estabelecer os objetivos a atingir. Os objetivos são delineados seguindo o modelo de organização industrial do *Pull Flow*, que na

prática significa que é o cliente quem ordena a produção das suas necessidades. Este modelo envolve em conjunto as áreas de Produção e Logística da empresa e segue a filosofia JIT. Como tal, Ohno (1997) defende a importância do conhecimento de dados quantitativos que permitem comparar a capacidade de produção com a respetiva procura, dos quais se apresentam:

- *Takt time*;
- *Lead Time*;e
- Tempo de ciclo.

De seguida, são especificados mais detalhadamente cada um destes termos.

2.6.3.1. *Takt time*

Segundo Rother (2003), o *Takt time* consiste no tempo em que uma unidade deve ser produzida, sendo esse tempo o resultado da divisão do tempo diário de operação pelo número de peças requeridas por dia, como representado pela Equação 6:

$$Takt\ time = \frac{Tempo\ de\ produção\ disponível\ diário}{Necessidades\ diárias\ do\ cliente} \quad (6)$$

O *Takt time* é o tempo que a linha de produção deve demorar a produzir uma unidade, de forma a garantir que não existem quer *stocks* em excesso, quer ruturas de *stock*, ou seja, este é o valor que permite ao sistema de produção garantir o JIT (Sayer & Williams, 2012).

A utilização do *Takt time* apresenta as seguintes vantagens para as organizações:

- Elimina o desperdício relativo à sobreprodução, ao produzir de acordo com a procura;
- Permite atingir um fluxo regular e contínuo de produção;
- Permite definir os recursos necessários para atingir os objetivos de produção;
- Aumentar o índice motivacional dos operadores, através da definição de objetivos de produção realistas; e
- Permite estudar as capacidades produtivas das linhas de produção, caso existam alterações na procura.

2.6.3.2. *Lead Time*

O *Lead Time* (LT) é o tempo que vai desde que é colocada a encomenda pelo cliente, até ao momento em que esta a recebe nas suas instalações (Womack *et al.*, 2007). Como tal, este tempo contabiliza todo o conjunto de operações, fluxos de material e informação, tempos de armazenamento e tempos de espera constituintes da cadeia de valor do produto, incluindo tanto as atividades que acrescentam valor, como aquelas que não acrescentam valor ao produto. A definição deste tempo permite identificar em que operações de valor não acrescentado se concentra a maior percentagem relativa a este tempo (Sayer & Williams, 2012).

2.6.3.3. Tempo de ciclo

Segundo Suzaki (2010), o tempo de ciclo representa o intervalo de tempo verificado entre a conclusão de dois produtos sequenciais. Este tempo não é medido pelo somatório dos diferentes tempos de operação no caso duma linha de produção, mas sim pelo tempo de execução da operação mais lenta, o denominado ponto de estrangulamento da linha. Este ponto dita a velocidade com que saem dois produtos consecutivos da linha de produção.

De acordo com Sayer (2012), para criar um fluxo contínuo no processo produtivo num determinado período, é necessário balancear os tempos de ciclo e *takt time* relativos ao mesmo (como representado na Figura 2.6). Caso não aconteça este balanceamento, existem duas hipóteses:

- Se o tempo de ciclo for superior ao *takt time*, a linha de produção não tem capacidade para satisfazer as necessidades dos clientes, existindo o risco de ocorrência de ruturas de stock. Neste caso, deve procurar-se uma forma de reduzir o tempo de ciclo do equipamento ou tarefa manual que representa o estrangulamento da linha (Sayer & Williams, 2012); e
- Se o tempo de ciclo for inferior ao *takt time*, é necessário ter especial atenção às quantidades produzidas, de forma a evitar a criação de *stocks* em excesso (Sayer & Williams, 2012). Para isso, deve reduzir-se a velocidade da produção, quer seja pela redução do número de operadores, quer pela redução da velocidade de processamento da máquina.

De seguida, apresenta-se a Figura 2.6 com dois exemplos distintos, o da esquerda relativo a um caso em que não existe um equilíbrio entre o tempo de ciclo e o *takt time* e o da direita em que estes dois valores se encontram mais próximos um do outro (situação ideal) (VijayaKumar, 2013).

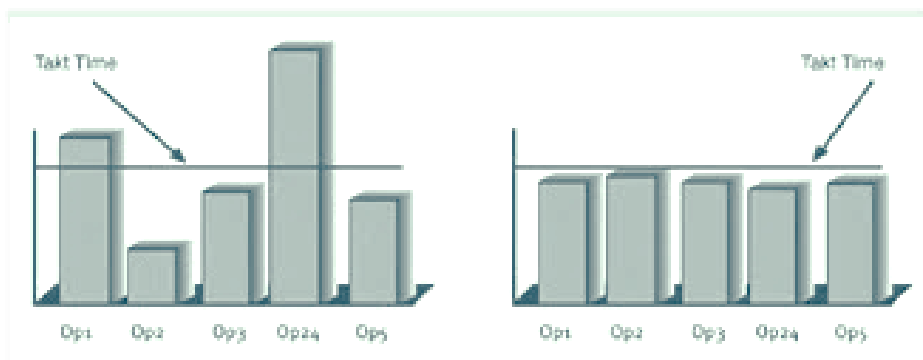


Figura 2.6. Tempo de ciclo e *takt time* não equilibrado (à esquerda) e em equilíbrio (à direita).

Adaptado de VijayaKumar (2013)

A utilização da ferramenta do VSM apresenta as seguintes vantagens para a empresa (Rother & Shook, 2003 e Stamm & Neitzert, 2008):

- Permite visualizar o fluxo de valor da empresa como um todo, ao invés dos processos individualmente;
- Identifica os desperdícios e as suas causas;
- Relaciona os fluxos de informação e fluxos de material;
- Permite identificar oportunidades de melhoria;
- Fornece uma linguagem simples e universal para a representação da cadeia de valor;
- Distingue as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam;
- Descreve o que é necessário fazer para atingir os objetivos, através da comparação da situação atual com a situação futura; e
- Apresenta como principal prioridade a satisfação do cliente, procurando saber quais as expectativas do cliente, aquilo que ele pretende e o que precisa.

2.6.4. *Heijunka* – Nivelamento da produção

O nivelamento da produção ou produção nivelada, *Heijunka* como é conhecido em Japonês, é definido por Womack *et.al.* (2003) como a criação de um cronograma de produção e sequenciamento dos pedidos num padrão repetitivo e de curta duração, que permita relativizar os efeitos das variações das encomendas ao longo dos dias, melhorando, assim, a sua capacidade de resposta à procura a curto e a longo prazo. Por outras palavras, o nivelamento da produção consiste na produção regular, durante um determinado período de tempo, do mesmo volume e mix de produtos definidos. Esta ferramenta procura produzir de forma combinada pequenas quantidades de diversos produtos, com vista a atingir a solução ideal, a produção mais frequente de lotes unitários para cada produto. A Toyota definiu cinco fases para o desenvolvimento do nivelamento da produção numa empresa, referenciadas nas Figuras 2.7 a 2.11 (Coimbra, 2003).

- 1ª fase – Produção mensal de grandes lotes;

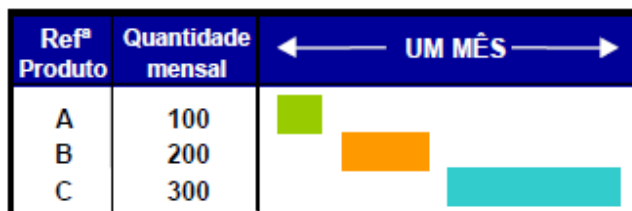


Figura 2.7. Primeira fase do nivelamento da produção.
Adaptado de Kaizen Institute (n.d)

- 2ª fase – Redução das séries, produzindo mais de um lote por mês;



Figura 2.8. Segunda fase do nivelamento da produção.
Adaptado de Kaizen Institute (n.d)

- 3ª fase – Produção diária, mas com volumes desiguais;

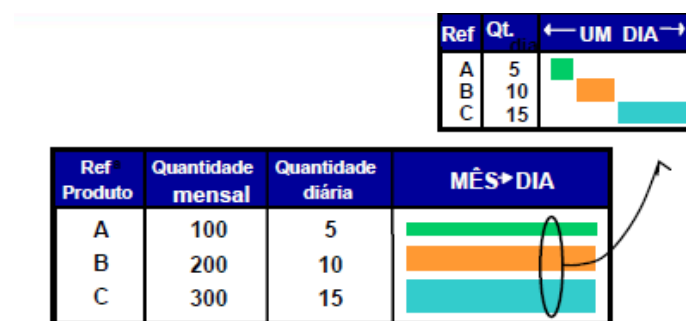


Figura 2.9. Terceira fase do nivelamento da produção.
Adaptado de Kaizen Institute (n.d)

- 4ª fase – Produção de vários lotes por dia a quantidades constantes;

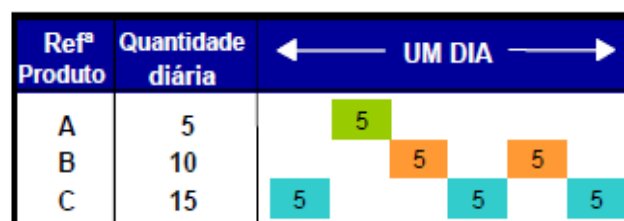


Figura 2.10. Quarta fase do nivelamento da produção.
Adaptado de Kaizen Institute (n.d)

- 5ª fase – Produção sincronizada de lotes unitários.

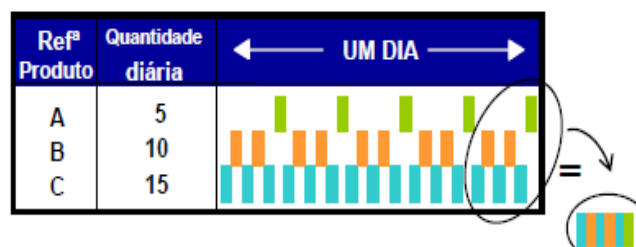


Figura 2.11. Quinta fase do nivelamento da produção.
Adaptado de Kaizen Institute (n.d)

Segundo Matzka *et al.* (2012), os sistemas de produção *Make-To-Stock* (MTS) e *Make-To-Order* (MTO) são as principais causas da criação de variabilidade no processo produtivo, existindo semanas em que é necessário trabalhar com os recursos nos limites, (horas extras, equipamentos e mão-de-obra sobrecarregados) para responder a todas as encomendas e outras em que não utilizam a capacidade de todos os recursos disponíveis devido à quantidade de encomendas não o justificar. Esta variabilidade está na origem dos seguintes problemas para as organizações:

- Utilização não balanceada dos recursos;
- Maiores *lead time* entre processos internos;
- Possibilidade de incumprimento das encomendas;
- Redução da qualidade do produto; e
- Maior custo de mão-de-obra associado.

Os principais objetivos do nivelamento da produção consistem na diminuição dos efeitos causados pelas flutuações da procura, na diminuição da variabilidade associada ao processo produtivo, redução dos tempos de espera e *stocks* entre processos e no aumento do aproveitamento das capacidades dos recursos (mão-de-obra e equipamentos) existentes (Matzka *et al.*, 2012).

A técnica do nivelamento da produção pretende eliminar a variabilidade associada ao processo produtivo, desenvolver um fluxo contínuo entre todas as fases do processo produtivo, estabilizar as necessidades em termos de recursos (equipamentos, mão-de-obra e matérias primas) e normalizar e facilitar a execução do planeamento de produção (Suzaki, 2010).

Com a implementação do nivelamento da produção, uma organização oferece maior capacidade de resposta às flutuações da procura, diminuindo os efeitos da sua ocorrência. Assim, as quantidades a produzir são definidas com base na cadência de consumos por parte do cliente (*takt time*), produzindo-se apenas o que o cliente necessita (Matzka *et al.*, 2012). O *takt time* é utilizado para sincronizar o ritmo de produção com o ritmo das vendas e representa o intervalo de tempo em que tem que ser produzido um produto para satisfazer as necessidades do cliente. Todas as operações da cadeia de produção devem ser balanceadas consoante este valor, de forma a garantir que não ocorre situações sobreprodução ou ruturas de *stock*. Para isso, o objetivo da produção é aproximar ao máximo o tempo de ciclo com o *takt time* (Rother & Shook, 2003).

Uma condição para garantir o sucesso da implementação do nivelamento da produção numa indústria prende-se com a necessidade dos departamentos de produção e comercial obterem um entendimento acerca das quantidades a produzir e a duração do período para o qual se nivelará a produção. Desta forma, a produção deve focar-se em melhorar a flexibilidade da cadeia produtiva e o respetivo *lead time*, enquanto os comerciais devem incidir sobre a precisão dos valores das

suas previsões de vendas e na redução do *lead time* referente à chegada da informação com as características da encomenda (Suzaki, 2010).

De acordo com Suzaki (2010) e Bohnen *et al.* (2011) são várias as vantagens obtidas da implementação do nivelamento da produção para uma empresa, das quais se destacam:

- Diminuição dos *stocks* de produto em vias de fabrico e de produto acabado;
- Maior facilidade na elaboração do planeamento de produção;
- Eliminação dos efeitos referentes a flutuações da procura;
- Minimização das expedições desnecessárias, retrabalho, atrasos e inspeções;
- Redução do *lead time*, através da redução do tamanho dos lotes e do desperdício associado a transportes de materiais;
- Eliminação dos defeitos ao longo da cadeia produtiva;
- Maior facilidade em determinar novas ações de melhoria;
- Maior estabilidade no processo produtivo e consequente aumento da satisfação dos operadores; e
- Redução da variabilidade inerente ao processo produtivo.

Contudo, esta ferramenta também apresenta alguns obstáculos à sua implementação, dos quais se destacam (Suzaki, 2010 e Bohnen, 2011):

- Elevados tempos de *setup* obrigam a produção a trocar menos vezes de produto;
- Variação do tamanho dos lotes produzidos entre o processo a montante e a jusante;
- Produção por previsões;
- Falta ou excesso de capacidade para responder à procura real (tempo de ciclo não está balanceado com o *takt time*);
- Requer a existência de equipamentos/máquinas mais específicos e uma mão-de-obra mais flexível e multifacetada; e
- Compromisso entre o departamento de produção e comercial nem sempre é fácil de obter.

Segundo Ohno (1988), o nivelamento da produção (*heijunka*) e o sistema de *kanban* associados ao conceito do supermercado (retratados nas subsecções seguintes) são as ferramentas do paradigma *Lean* mais preponderantes para garantir o cumprimento do JIT. Estas ferramentas estão interligadas na forma como atuam sobre a produção, não fazendo sentido a sua implementação em separado num sistema de produção.

2.6.5. Supermercado

O conceito de Supermercado foi implementado por Taiichi Ohno na Toyota em 1953. Este conceito surgiu duma visita feita por Ohno, aos Estados Unidos da América, para observar os tão

eficazes supermercados americanos e a forma como poderia replicar este conceito num sistema de produção. Estes supermercados eram constituídos por prateleiras com um espaço delineado e limitado para cada produto, só existindo a possibilidade de serem reabastecidas quando se encontravam vazias, ou seja, quando existia necessidade de repor o *stock* (Ohno, 1997).

O Supermercado consiste numa área reservada à alocação de componentes ou produtos (em vias de fabrico ou acabados) que constituem o elo de ligação entre as diversas fases do processo produtivo ou entre estas e o armazém. Este conceito permite aumentar a capacidade de resposta do sistema de produção (Coimbra, 2009).

Tal como referido ao longo do capítulo, um dos objetivos do paradigma *Lean* é a criação dum fluxo contínuo em todo o processo produtivo. Desta forma, o objetivo passa por aproximar ao máximo todas as fases do processo produtivo entre si, de forma que o produto possa seguir diretamente duma fase para outra. Assim sendo, qualquer área de armazenagem representa desperdício para a empresa e só deve ser utilizada em casos que o *lead time*, o tipo de procura do cliente ou a distância entre as diversas fases do processo produtivo assim o obriguem (Suzaki, 2010). De seguida, apresentam-se algumas razões pelas quais se deve formar um supermercado, segundo (Rother & Shook, 2003):

- Garantir capacidade de absorção face à variabilidade das necessidades dos clientes e entregas dos fornecedores;
- Elevada distância entre as fases do processo produtivo;
- Elevado número de referências de componentes ou produtos produzidos; e
- Impossibilidade de sincronizar a frequência de consumo do cliente com a frequência de reposição desse consumo pelos processos a montante.

Num sistema de fluxo contínuo, os *stocks* devem estar disponíveis num supermercado que contenha as seguintes características (Coimbra, 2009):

- Garantir o princípio do *First In First Out* (FIFO);
- Permita utilizar gestão visual;
- Localizado junto do fornecedor para permitir visualizar o seu consumo; e
- Com capacidade limitada e dimensionada segundo a procura.

Para se definir a capacidade do supermercado, é necessário ter em conta os seguintes aspetos, o tamanho relativo ao lote de produção, o tamanho do lote de transporte (caso o supermercado se situe entre a linha de produção e o armazém) e o tempo necessário para o reabastecimento da linha de produção ou supermercado. O sinal e a informação necessária para o reabastecimento do supermercado é fornecida pelo sistema de *kanban*.

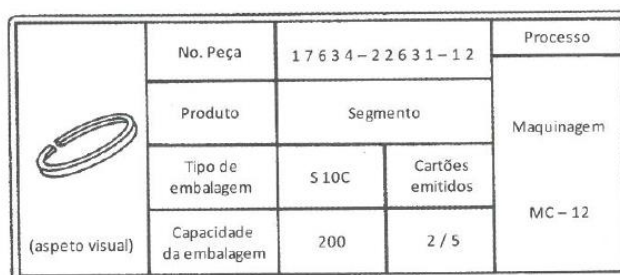
2.6.6. Kanban

O *Kanban*, expressão japonesa com o significado de “cartão” ou “cartão de instruções”, é uma ferramenta do paradigma *Lean* que estabelece a ligação entre todos os processos de produção, funcionando como um alerta para o processo a montante de que o processo a jusante necessita dum novo componente para a produção. Esta ferramenta é indispensável para a criação dum fluxo contínuo do sistema produtivo da empresa, servindo como um sistema de informação e controlo do JIT, de forma a garantir que a informação necessária está disponível na altura e local certo. Desta forma, o cartão de *Kanban* é visto como um elemento indispensável para o sucesso dum sistema de produção que respeite a filosofia JIT (Naik *et al.*, 2013).

Para garantir o sucesso da implementação dum sistema de *Kanban*, é necessário garantir que esta ferramenta é aplicada em paralelo com outras ferramentas *Lean*, tais como, o Nivelamento da produção e o Supermercado. Segundo Suzaki (2010), Taiichi Ohno (fundador do sistema JIT) definiu o Supermercado como o processo a montante de uma fábrica, que é utilizado para satisfazer as necessidades do processo a jusante (cliente), garantindo a entrega das peças que este necessita, na altura e quantidades exatas. Contudo, um dos problemas que este identificou nesta abordagem, era definir as prioridades de produção nos processos a montante, principalmente quando o processo a jusante apresentava grande variabilidade nas suas necessidades. Daqui, surgiu o conceito do Nivelamento da produção que pretendia diminuir os efeitos desta variabilidade. Assim, o *Kanban*, o Supermercado e o Nivelamento da Produção são três ferramentas que estão interligadas entre elas e que só funcionam corretamente quando implementadas em conjunto (Suzaki, 2010).

O *Kanban* é um cartão que contém informações relativas ao produto, desde a sua designação, a referência do produto, a quantidade e ponto de reposição, origem, destino e outras informações que possam ser relevantes. De acordo com Suzaki (2010), esta informação varia consoante o tipo de *Kanban* utilizado, existindo dois tipos principais de *Kanbans*:

- *Kanban* de produção: Ordem para produzir os materiais consumidos do Supermercado, Figura 2.12; e
- *Kanban* de transporte: Ordem para retirar os materiais do Supermercado, Figura 2.13.



No. Peça	1 7 6 3 4 - 2 2 6 3 1 - 1 2		Processo
Produto	Segmento		Maquinagem MC - 12
Tipo de embalagem	S 10C	Cartões emitidos	
Capacidade da embalagem	200	2 / 5	

Figura 2.12. Exemplo Kanban de produção.
Adaptado de Suzaki (2010)

Processo (de)	Local de armazenagem	C – 2 – 3		Processo (para)
Fábrica A	Código Peça	17634 – 22631 – 12		Fábrica B
Posto Origem	Descrição	Segmento		Posto Destino
Prensa 107	Tipo de embalagem	S 10	Nº Cartão	Montagem 18
	Capacidade da embalagem	200	3 / 5	

Figura 2.13. Exemplo Kanban de transporte.
Adaptado de Suzaki (2010)

De seguida, apresenta-se um exemplo referente a uma situação prática da utilização destes dois tipos de *Kanbans* juntamente com o conceito de Supermercado, enumerando uma sequência de acontecimentos definidos por Suzaki (2010) (Figura 2.14):

- 1) O cliente escolhe e retira os artigos que pretende da prateleira da loja;
- 2) No ato do pagamento são retirados os cartões de transporte referentes aos artigos comprados e colocados numa caixa (quadro *Kanban*);
- 3) Os cartões de transporte são enviados para o armazém (neste caso, representa o Supermercado). Ao retirarem-se do armazém os artigos necessários para reposição, estes são substituídos pelos cartões de produção;
- 4) Na altura da troca, os cartões de produção são colocados numa outra caixa (outro quadro *Kanban*);
- 5) É feita a reposição dos artigos necessários nas prateleiras da loja, anexados aos respetivos cartões de transporte.
- 6) Os cartões de produção são levados para a fábrica, onde serão produzidas apenas as quantidades indicadas em cada cartão de produção;
- 7) Quando concluída a produção, os cartões de produção são anexados aos artigos produzidos; e
- 8) Por fim, os artigos são transferidos para o armazém, fechando o ciclo.

Segundo Suzaki (2010), o número de *Kanbans* não deve ser determinado através duma fórmula exata, uma vez que este depende de diversos fatores variáveis ao longo do tempo, tais como, a capacidade dos fornecedores, o nível da produção nivelada, a capacidade do supermercado, entre outros. Neste caso, o número de *kanbans* é variável ao longo do tempo.

Porém, contrariamente ao referido por Suzaki, existem outros autores, que defendem a utilização dum sistema com um número fixo de *Kanbans*, que podem ser calculados de diversas formas. Independentemente do número de *kanbans* ser fixo ou variável, o objetivo de qualquer empresa passa por reduzir a sua quantidade ao mínimo necessário, para que desta forma, seja possível reduzir os níveis de *stock* e tornar visíveis os problemas camuflados por estes (Cassettari *et al.*, 2012).

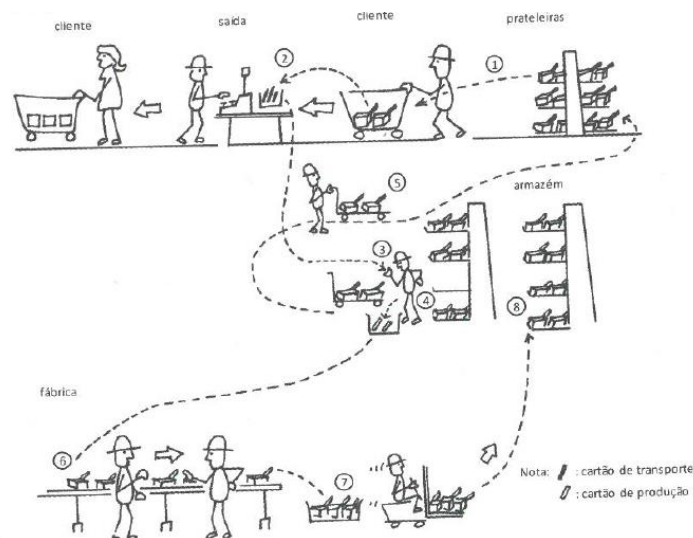


Figura 2.14. Exemplo de um caso prático de utilização do *kanban* de produção e de transporte.
Adaptado de Suzaki (2010)

A implementação dum sistema *Kanban* pode trazer inúmeras vantagens para a empresa, nomeadamente a redução dos níveis de *stocks*, aumento da qualidade do produto, prevenção da sobreprodução com o controlo dos *stocks* em curso e melhoria da ligação entre os processos produtivos. Para além disso, o *kanban* é uma ferramenta caracterizada pela sua componente visual, baixo custo de implementação, simplicidade de utilização e confiável, o que permite aumentar o índice motivacional dos operadores através do seu envolvimento e responsabilização pelas operações de produção (Arvinde *et al.*, 2010; Kouri *et al.*, 2007 e Suzaki, 2010).

Contudo, o sistema de *kanban* também apresenta algumas limitações, nomeadamente, só funciona corretamente quando aplicado em sistemas de produção repetitiva de produtos em série. O sucesso da implementação dum sistema de *kanban* está relacionado com a necessidade que tem de ser aplicado em conjunto com outras ferramentas do paradigma *Lean*, tais como o nivelamento da produção e o supermercado, que permitam reduzir a variabilidade associada ao processo produtivo. Para além disso, o seu sucesso também está dependente da qualidade e cumprimento apresentados pelos processos a montante, bem como pelos fornecedores. Por último, a resistência à mudança e a adoção duma cultura de intransigência a novos métodos de trabalho por parte dos operários são outros fatores que dificultam a implementação do sistema de *kanban* (Gupta *et al.*, 1999 e Kouri *et al.*, 2007).

2.7. Rutura de *stock*

As ruturas de *stock* representam situações em que a procura é superior à oferta, obrigando o fornecedor ao não cumprimento das encomendas feitas pelo cliente. Nestas situações, normalmente opta-se pela criação de um *stock* de segurança que visa absorver os picos ocorrentes ao nível da procura. Os custos derivados de situações de rutura são geralmente superiores aos

referentes a excessos de *stock*, daí a necessidade de criação de um *stock* de segurança (Gonçalves, 2012).

Nem sempre é fácil quantificar os custos referentes a situações de rutura de *stock*, pois para além dos custos diretos que resultam da perda do lucro da venda (facilmente quantificáveis), existem também outros custos que resultam de situações como a perda de confiança do cliente, perda de possíveis vendas futuras e prejuízo da reputação da empresa no mercado, situações estas que não são diretamente mensuráveis. Para além disso, os custos de oportunidade referentes a potenciais novos clientes que a empresa perde pela não existência de material em *stock* para a satisfação das respetivas encomendas, bem como o custo resultante da tentativa de evitar a rutura de *stock*, através da redução de *lead time* com fornecedores ou a contratação de mão-de-obra para reduzir tempo de ciclo da produção, são outros custos não quantificáveis decorrentes de situações de rutura de *stock*.

Para quantificar o impacto das ruturas de *stock* no seio duma organização é utilizada a taxa de rutura que representa a percentagem de encomendas feitas ao armazém que não foram satisfeitas no momento e totalidade, devido a ruturas de *stock* no armazém (Gonçalves, 2012). A taxa de rutura é dada pelo quociente entre a quantidade de material não entregue e a quantidade total de material encomendado.

Relativamente ao nível de serviço prestado, esta é uma medida complementar da taxa de rutura, pois quanto menor for o número de ruturas maior será o nível do serviço prestado (Gonçalves, 2012).

2.8. Produtividade

Segundo Sumanth (1997), a produtividade é representada pelo quociente obtido pela divisão do output pelo input, ou seja, estabelece a ligação entre os bens produzidos e os fatores utilizados para a sua produção, desde o tempo utilizado, mão-de-obra dedicada, matérias-primas, capital investido, entre outros. Assim sendo, pode falar-se de diferentes tipos de produtividade, das quais de destacam principalmente a produtividade do capital, das matérias-primas e do trabalho. Geralmente, o conceito de produtividade refere-se à produtividade total de uma empresa, pois deve ter-se em conta todos os fatores envolvidos no processo. Contudo, neste estudo de caso, focar-se-á o estudo na produtividade do trabalho.

A produtividade de trabalho é a forma mais comum de medir a produtividade e representa a relação entre o volume de produção e os recursos necessários para esta produção. Neste caso, os recursos necessários representam a mão-de-obra alocada à produção e pode ser expressa pelo número de horas de trabalho (Ramos, 2003). Sendo assim, a produtividade de trabalho é dada pelo quociente entre o volume de produção e a quantidade total de horas trabalhadas, como

representado na Equação 7. Desta forma, para aumentar o valor da produtividade de trabalho, é necessário intervir numa destas duas variáveis ou em ambas.

$$Produtividade = \frac{Volume\ de\ Produção}{Número\ de\ horas\ trabalhadas} \quad (7)$$

A produtividade no trabalho e o paradigma *Lean* são dois conceitos muitas vezes interrelacionados, uma vez que um dos principais objetivos duma empresa ao adotar o paradigma *Lean* é o aumento da sua produtividade. Tal como referido nas subsecções anteriores, o paradigma *Lean* foca-se essencialmente em acrescentar valor durante o processo produtivo, através da eliminação dos desperdícios, o que consequentemente corresponde a um aumento da produtividade da empresa. Segundo Sumanth (1997), a produtividade mede o grau de eficiência na utilização dos recursos, procurando seguir uma das seguintes abordagens para melhorar este valor:

- Com menos *inputs*, produzir os mesmos *outputs*;
- Produzir mais *outputs*, consumindo os mesmos ou menos *inputs*;
- Aumentar os *outputs* e os *inputs*, sendo a variação nos *outputs* superior à variação nos *inputs*; e
- Reduzir os *outputs* e os *inputs*, sendo a variação nos *outputs* inferior à variação nos *inputs*.

De forma a escolher uma das abordagens referidas anteriormente, é necessário ter-se a informação acerca das características da procura, pois são as necessidades do mercado que irão definir em que variável a empresa deve atuar, se nos *inputs*, *outputs* ou em ambos.

A produtividade é um instrumento de análise e intervenção que deve ser medido num aspeto evolutivo, de forma a acompanhar as melhorias verificadas no processo. O crescimento duma empresa está diretamente relacionado com o crescimento da produtividade.

3. Caraterização da empresa

No presente capítulo é feita uma descrição detalhada da empresa retratada no estudo de caso. Inicialmente faz-se uma breve referência a aspetos mais gerais relativos à empresa, tais como, a sua história, a missão, valores e visão, representando-se, posteriormente, o organograma da empresa. De seguida, faz-se uma caraterização mais detalhada relacionada com os tipos de produtos produzidos pela empresa, o mercado em que estão inseridos e o processo produtivo e logístico referente ao produto em estudo. Por último, é feita uma caraterização do caso de estudo, descrevendo-se a situação atual e os respetivos constrangimentos decorrentes desta.

3.1. História da empresa

A Riberalves é uma empresa que apresenta atividade no setor alimentar, destacando-se como uma das maiores empresas a nível nacional.

A empresa foi fundada em 1985 por João Alves que a lançou no mercado da indústria e comércio de bacalhau, sendo atualmente líder de mercado nesse mesmo setor. Contudo, é importante referir que o percurso que teve que percorrer até chegar aos dias de hoje, foi bastante longo. Tudo começou no início dos anos de 80 do século XX, quando João Alves comprou ao seu sogro a Garrafeira do Oeste situada em Torres Vedras, local este que foi utilizado em 1985 para lançar a Riberalves como um *cash&carry*. Em 1990 deu-se a venda deste *cash&carry* ao Grupo Jerónimo Martins, focando-se exclusivamente na indústria e comércio de bacalhau.

Sempre com o objetivo de formar a sua própria indústria de transformação de bacalhau, foi instalado em 1993 a primeira fábrica, situada no Carvalhal, em Torres Vedras. Inicialmente com cerca de 30 funcionários, a empresa assistiu a uma evolução nos últimos anos, que proporcionou um aumento no número de funcionários até cerca de 500 trabalhadores (dados de 2015). Este aumento deve-se em grande parte à capacidade de inovação demonstrada pela empresa, que mesmo depois de atingir a posição de líder de mercado, nunca se acomodou com essa posição, procurando a melhoria contínua. A expansão da marca Riberalves a outros setores do mercado,

que nenhuma similaridade apresentavam com o seu *core business* (bacalhau), como foram os casos do vinho (Adega Mãe), do café (Novo Dia Cafés) e da imobiliária (Riberlves Imobiliária), foi uma das provas da ambição e vontade de contínuo crescimento apresentada pela empresa (Correia, 2014).

Apesar da expansão do grupo a outros setores de mercado, a empresa nunca relativizou a importância da produção de produtos derivados do bacalhau. Como tal, em 2002, a Riberlves adquiriu a Comimba, uma fábrica com uma área industrial coberta de cerca de 44000 m^2 (a maior fábrica de processamento de bacalhau a nível mundial) (Correia, 2014). Com esta aquisição, a empresa conseguiu aumentar a sua capacidade produtiva em cerca de 60%, o que permitiu lançar-se em novos mercados, como foi o caso da exportação. Para além disso, também permitiu apostar na expansão da sua gama de produtos, tendo começado a produzir um novo tipo de produto, o bacalhau demolido ultracongelado.

3.2. Missão, valores e visão

A missão da empresa consiste em apresentar uma política de qualidade e segurança alimentar, pretendendo ser reconhecida no mercado como um fornecedor de produtos de valor acrescentado. Os valores da empresa assentam em quatro pilares que definem a sua relação com os clientes e respetivos colaboradores de negócios:

- Integridade;
- Nível de serviço;
- Confiança; e
- Respeito.

A visão da empresa reside numa estratégia de crescimento e manutenção da liderança de mercado a nível nacional, bem como a expansão do volume de negócios a nível externo, através do contínuo crescimento da sua atividade de exportação. De forma a atingir estes objetivos, a empresa adota uma política de constante procura pela melhoria contínua, em todos os seus processos, todos os dias e por todos os seus colaboradores.

3.3. Organograma do grupo

A Riberlves apresenta uma estrutura organizada, composta por diversos departamentos que apresentam como principal objetivo o cumprimento da missão, valores e visão da empresa. Na Figura 3.1, é representado o organograma da empresa. O estudo desta dissertação desenvolve-se no departamento da Melhoria Contínua (um dos subdepartamentos das Operações), o qual incide sobre todas as fábricas produtoras de bacalhau do Grupo Riberlves. Neste caso, o estudo realizar-

se-á na fábrica da Moita, uma vez que, atualmente, esta é a única a produzir o bacalhau Demolhado Ultra Congelado (DUC).

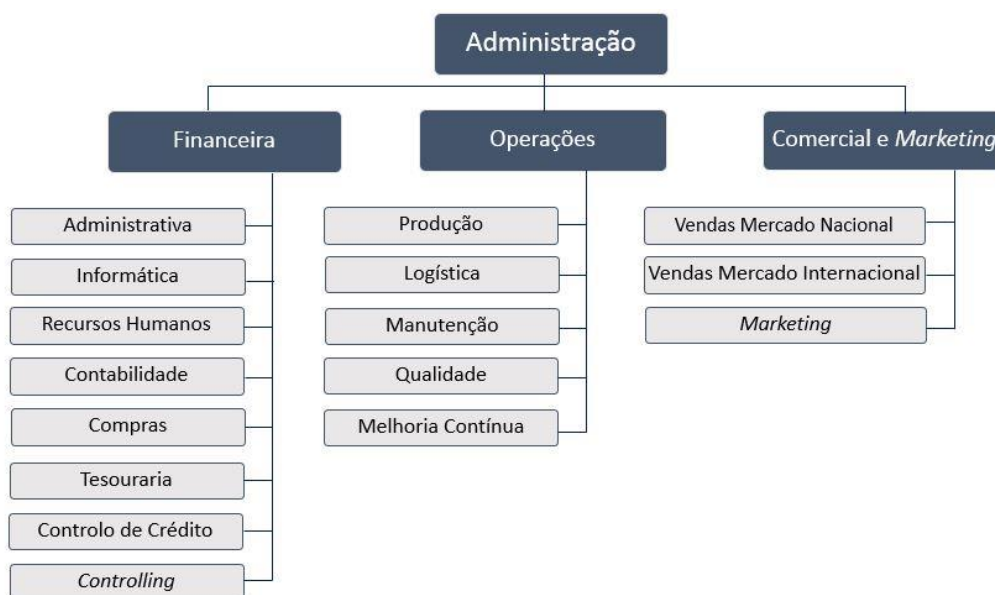


Figura 3.1. Organograma da empresa.

3.4. Tipo de produtos

A Riberalves comercializa cinco tipos de produto, dos quais se destacam pelo volume de negócios que apresentam o bacalhau seco (58%) e o bacalhau Demolhado Ultra Congelado (DUC) (37%), Figura 3.2.

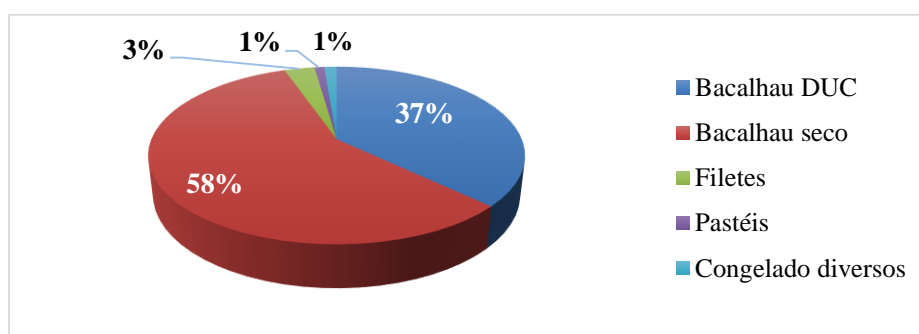


Figura 3.2. Volume de vendas em 2014 por tipo de produto.

Não obstante a relevância de todos os tipos de produtos para a empresa, esta dissertação incidirá no estudo do bacalhau DUC. Esta escolha tem por base a maior complexidade do processo de produção que este tipo de produto apresenta em relação aos restantes e, por conseguinte, a maior dificuldade existente na sua gestão.

O bacalhau DUC surgiu da necessidade de facilitar, ao consumidor, a preparação da pré-confeção do produto. O consumidor atual procura no mercado um produto que apresente fácil capacidade de preparação e de confeção. Desta procura, resultou o bacalhau DUC.

O bacalhau apresenta características bem específicas na sua forma de preparação, antes de se encontrar disponível para consumo. Em primeiro lugar, é necessário cortar-se o bacalhau em postas, pois para além de não ser possível confecioná-lo por inteiro, o tempo de demolha varia consoante a espessura da posta. Depois de cortado é necessário fazer a demolha do bacalhau. A demolha consiste na dessalgação do bacalhau, retirando o sal em excesso e preparando-o para o posterior consumo. Esta fase é a mais trabalhosa e incómoda para o consumidor, pois deve-se trocar a água cerca de três vezes ao dia, de forma a garantir o sucesso da dessalgação e evitar situações da criação de um odor mais desagradável. Só após estas duas operações, é que o bacalhau está pronto para ser confecionado e consumido.

Com o aparecimento do bacalhau DUC, a empresa assume a realização de todas estas operações, entregando o produto ao consumidor já cortado e demolhado, pronto a cozinhar. Outra vantagem deste tipo de bacalhau é a possibilidade dada ao consumidor de escolher as postas do bacalhau que mais lhe agradam, não existindo a necessidade de comprar o bacalhau por inteiro, como no caso do bacalhau seco. Como citado por Rui Conceição, diretor de *marketing* da Riberalves, “Para os apreciadores de bacalhau só o facto de já estar demolhado e pronto a cozinhar é uma conveniência enorme. Ter disponível um produto tão tradicional como bacalhau no congelador, e confecioná-lo de uma forma tão tradicional, prática e rápida é, só por si, um fator de conveniência” (Reis, 2010).

Como já foi referido, o processamento de bacalhau DUC revela um índice de complexidade elevado. Existem diversos tipos de corte que podem ser aplicados no bacalhau, de forma a obterem-se as postas de bacalhau pretendidas. A este fator acrescentam-se, ainda, as diversas combinações que se podem fazer com os produtos resultantes destes tipos de corte, bem como as diferentes formas de embalagem (cuvetes, caixas e sacos) com diferentes pesos. Desta forma, apresenta-se na secção 3.6. a descrição do processo produtivo do bacalhau DUC.

3.5. Mercado

Neste capítulo, começa-se por fazer a descrição do tipo de procura que caracteriza o bacalhau DUC, através da representação do histórico de vendas nos últimos três anos. De seguida, descrevem-se os dois tipos de mercados para os quais se comercializa o bacalhau DUC, apresentando a sua evolução num horizonte dos últimos cinco anos e as semelhanças e diferenças existentes entre estes.

3.5.1. Tipo de procura

O consumo de bacalhau sofre alterações ao longo do ano. Cada português consome, em média, durante a época natalícia, um terço dos sete quilos de bacalhau que come durante todo o ano. Esta

situação desencadeia um aumento considerável no consumo de bacalhau do segundo para o primeiro semestre de cada ano. Na Figura 3.3, está representado o volume de vendas de Produto Acabado (PA) de bacalhau DUC referentes aos anos de 2012, 2013 e 2014, observando-se que existe uma tendência de aumento deste valor durante o segundo semestre, sendo a média de crescimento de cerca de 27% no conjunto dos três anos. Esta análise foi feita para um universo dos últimos três anos, de forma a provar que o aumento do volume de vendas no segundo semestre não se tratava dum caso pontual, mas sim de uma tendência que se verifica sempre durante o mesmo período ao longo dos anos. Como tal, pode caracterizar-se este tipo de procura, como uma procura sazonal.

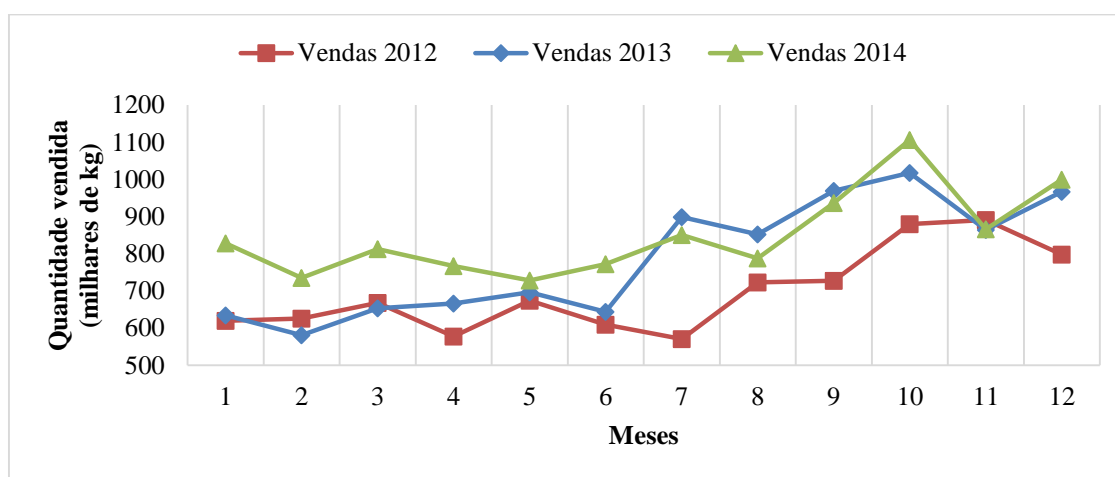


Figura 3.3. Volume de vendas (2012 a 2014).

3.5.2. Tipo de mercados

A Riberalves trabalha com dois tipos de mercados completamente distintos entre si, o mercado nacional (MN) e o mercado internacional (MI). Nos últimos anos o MI tem vindo a assumir cada vez maior preponderância para a empresa. Uma prova disso, tem sido o aumento verificado nos últimos 5 anos na percentagem do volume de vendas do mercado internacional em relação ao mercado nacional, Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Evolução do volume de vendas – Mercado nacional vs. internacional (2010-2014).

Tipo Mercado \ Ano	Ano				
	2010	2011	2012	2013	2014
Nacional	85%	78%	81%	68%	65%
Internacional	15%	22%	19%	32%	35%

Aumentar a quantidade de produto exportado tem sido um dos principais objetivos da empresa nos últimos anos. Esta situação deve-se, em grande parte, à crise que tem assombrado toda a Europa nos últimos anos, com particular incidência em Portugal. Desta forma, surgiu a

necessidade de procurar outros tipos de mercado onde investir, uma vez que se previa uma redução do consumo de bacalhau a nível nacional. Contudo, importa referir que apesar desta expetável redução, a Riberalves mantém a intenção de aumentar a liderança de mercado que já possui a nível nacional. Na Figura 3.4, apresentam-se as quantidades vendidas para cada tipo de mercado entre os anos de 2010 e 2014. Pode constatar-se uma redução do volume de vendas a nível nacional de 2011 a 2013, evidenciando-se uma recuperação no ano de 2014. A nível internacional, observa-se um crescimento constante ao longo dos anos, com exceção do ano de 2012, onde se deu uma quebra do valor das vendas nos dois mercados.

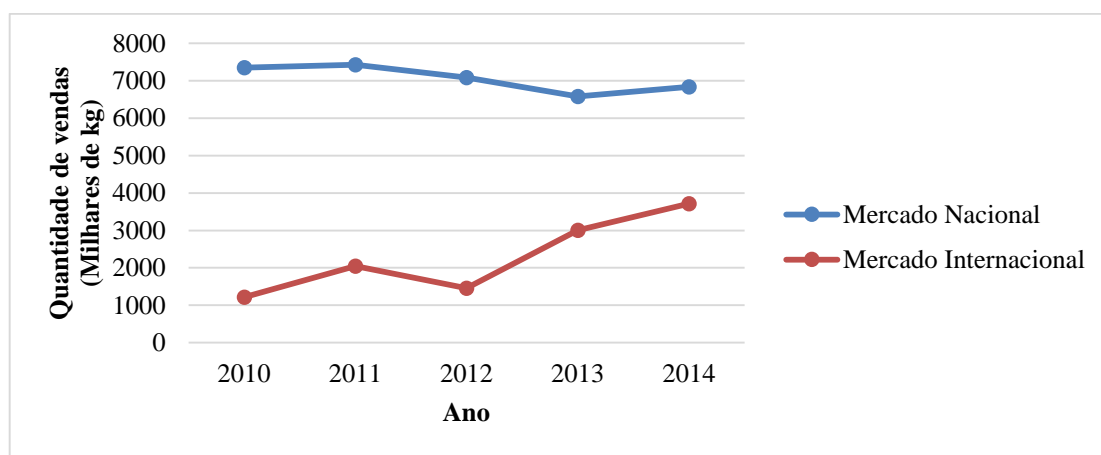


Figura 3.4. Evolução do volume de vendas – Mercado Nacional vs. Internacional (2010-2014).

3.5.2.1. Mercado Nacional

O mercado nacional é constituído pelas seguintes tipologias de clientes:

- Armazenista;
- Moderna Distribuição (caso da Sonae, Lidl, Dia, entre outras superfícies comerciais);
- Agentes (dedicam-se à venda para superfícies comerciais de dimensão reduzida e restauração);
- Auto-venda (canal HORECA);
- Consumidor final;
- Retalhista; e
- Outros clientes.

Relativamente a este tipo de clientes, a Moderna Distribuição e os Agentes são os que apresentam um maior consumo a nível de território nacional, relegando os restantes tipos de clientes para uma posição secundária, Figura 3.5.

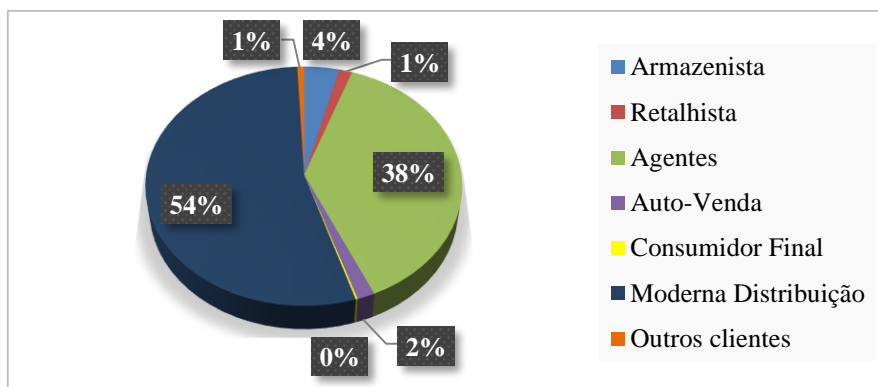


Figura 3.5. Volume de vendas por tipo de cliente - Mercado Nacional.

3.5.2.2. Mercado Internacional

O mercado internacional tem ganho grande relevo para a Riberalves nos últimos anos, principalmente devido ao aumento das quantidades exportadas (Figura 3.4), mas também devido ao aumento do número de países para onde exporta. Em 2014, a Riberalves exporta para trinta países, mais do dobro dos países que exportava em 2010 (treze países).

Deste conjunto de países, destacam-se o Brasil e Angola que representam a hegemonia do mercado internacional, assumindo-se os restantes como valores praticamente residuais quando comparados a estes. A Figura 3.6 representa a percentagem do volume de vendas de 2014 que cada um destes países representa para o MI. Nesta, observa-se que o Brasil e Angola aparecem no topo dos países com maior percentagem do volume de vendas do MI, representando 71% e 17%, respetivamente. De seguida, aparece a França que apresenta um total de 6% do volume de vendas do MI, distribuindo-se os restantes 6% por um conjunto de 27 países.

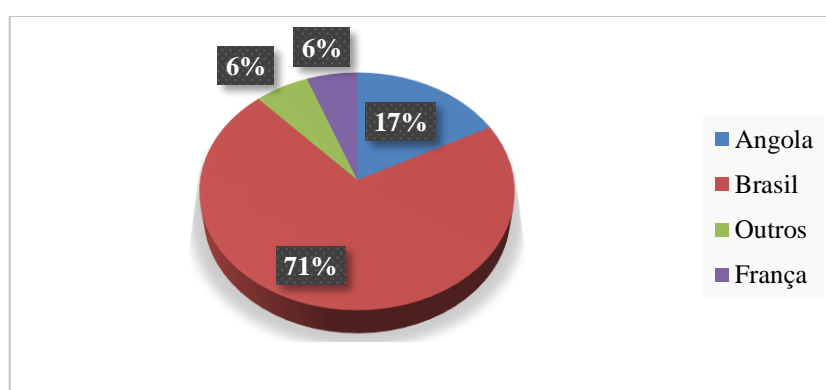


Figura 3.6. Volume de vendas por país - Mercado Internacional.

Uma das razões que contribui para a grande diferença verificada entre Brasil e Angola e os restantes países foi a criação de duas empresas em cada um destes países, a Riberalves Brasil e Riberalves Angola. No primeiro caso, a Riberalves Brasil presta serviços para a comercialização

dos produtos da empresa no país, enquanto a Riberalves Angola produz e comercializa bacalhau. Ambas as empresas pertencem aos quadros do Grupo Riberalves.

A Riberalves optou por investir em Angola e Brasil, pois ao contrário dos restantes países, estes ainda se encontram em desenvolvimento e apresentam imensas oportunidades de negócio por explorar. A acrescentar a este facto, contribuem as origens portuguesas das quais provém (desde a altura em que foram descobertos e colonizados por Portugal) e a elevada percentagem de habitantes portugueses, tornando, assim, este mercado bastante apetecível para a entrada dum produto tradicional português, como é o caso do bacalhau.

3.6. Processo de produção

Nesta secção, descreve-se o processo de produção do bacalhau DUC, enumerando todas as fases relativas ao seu processamento. Para isso, representa-se na Figura 3.7 o fluxograma em *Business Process Management Notation* (BPMN) do processo produtivo da empresa, desde o momento da chegada do produto (ainda em estado matéria-prima), até ao momento em que é expedido para o cliente, quer no caso do bacalhau seco, quer no caso do bacalhau DUC. Para o estudo de caso em questão, apenas se irá estudar a parte da cadeia de abastecimento assinalada a vermelho na Figura 3.7, relativa ao processo produtivo de bacalhau DUC.

Seguidamente, faz-se uma descrição mais detalhada de todas as fases assinaladas a vermelho no fluxograma (Figura 3.7), respeitantes ao processo produtivo de bacalhau DUC.

3.6.1. Corte

A fase do Corte recebe todo o bacalhau, em estado semi-seco, que se pretende transformar em bacalhau DUC. Nesta fase, faz-se o corte do bacalhau em diversas postas, consoante as especificações do cliente e os tempos de demolha associados a cada tipo de posta. As especificações dos clientes geram diversos tipos de corte que se podem diferenciar entre si, pelos seguintes aspetos:

- Origem do bacalhau (Islândia, Noruega, Rússia);
- Tipo de bacalhau (*Gadus Mohrui*, *Gadus Macrocephalus*);
- Tipo de asa do bacalhau (Asa branca, Asa preta);
- Tamanho do bacalhau (Miúdo, Corrente, Crescido, Graúdo, Especial, Jumbo);
- Tipo de corte utilizado (Lombos, Posta Longa, Posta Tradicional, entre outros); e
- Características das postas pretendidas (comprimento, largura, espessura).

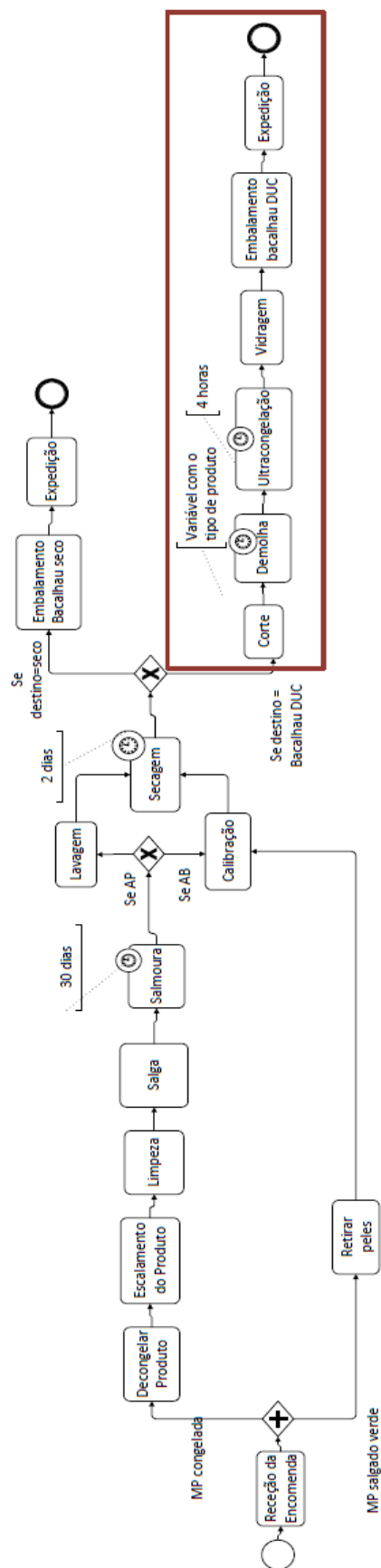


Figura 3.7. Fluxo de processo bacalhau seco e DUC.

Atualmente, estas características combinadas dão origem a um total de vinte e seis tipos de corte. Nesta fase, começa a diversificação associada ao processamento do bacalhau DUC, existindo várias combinações possíveis das características referidas acima, o que origina uma grande variabilidade no seu processo produtivo.

Dos 26 tipos de corte existentes, pode fazer-se a seguinte classificação:

- 24 tipos de corte principais; e
- 2 tipos de corte secundários.

Os tipos de corte principais são feitos com o propósito de satisfazer as especificações dos clientes. Os tipos de corte secundários surgem dos tipos de corte principais e podem ser considerados como um resultado dos primeiros, representando a parte do *output* rejeitado do corte dos tipos de corte principais. Assim, os tipos de corte secundários não são um tipo de corte feito especificamente para satisfazer o cliente, mas são um resultado dos tipos de corte principais que pretendem satisfazer as pretensões do cliente. Na Figura 3.8, pode observar-se, por exemplo, que do tipo de corte dos “lombos”, apenas a parte assinalada a vermelho é considerada o *output* deste tipo de corte, sendo que as restantes postas seguem para as referências de PA que têm os tipos de corte secundários associados. Por questões de confidencialidade exigidas pela empresa, não são apresentados os verdadeiros nomes dos tipos de corte, sendo utilizados para efeito do estudo de caso, os tipos de corte A, B, C, até ao Z.



Figura 3.8. Tipo de corte “lombos”.

Após a realização do corte do bacalhau, as postas resultantes seguem para a fase da demolha.

3.6.2. Demolha

O bacalhau passa por duas fases distintas durante o seu processamento, a salga e a demolha. A fase da salga consiste em salgar o bacalhau, mantendo todas as suas propriedades intatas e

conservadas. Contudo, o bacalhau, depois de salgado, não se encontra nas condições ideais de ingestão pelo consumidor, sendo necessário retirar-se a camada de sal em excesso adquirida pelo bacalhau na fase da salga, o que representa a fase da demolha.

A fase da demolha consiste na dessalgação e reidratação do bacalhau, deixando-o nas condições ideais para ser ingerido pelo consumidor. Contudo, esta fase é a que apresenta maior variabilidade durante todo o processamento do bacalhau DUC, pois existem diferentes tempos de demolha associados a cada tipo de corte e, mais concretamente, a cada posta resultante do tipo de corte.

Dependendo do tipo de corte utilizado, os tempos de demolha não são iguais para todos os tipos de postas resultantes do corte, variando consoante a espessura que apresentam. Na Tabela 3.2 apresentam-se, a título de exemplo, os tempos de demolha para cada posta obtida do tipo de corte “lombos”. Comparando estes valores, observa-se que dentro do mesmo tipo de corte, o tempo de demolha pode variar em 73 horas para postas com diferentes espessuras, sendo o tempo mínimo e máximo de demolha verificados de 25 e 98 horas para as postas da barriga e lombos super grosso, respetivamente.

Tabela 3.2. Tempo de demolha para os tipos de postas resultantes do tipo de corte “lombos”.

Tipo de corte “lombos”	
Tipo de postas	Demolha (horas)
Lombo super grosso	98
Lombo seguido rabo cortado	78
Lombo seguido rabo aparado	78
Lombo grosso	80
Lombo fino	70
Lombo seguido rabo	70
Posta da barriga grossa	30
Posta barriga	25
Posta seguida rabo 3	50
Posta depois do rabo	36

A demolha do bacalhau é uma fase decisiva no processamento do bacalhau DUC, uma vez que, após o bacalhau passar por esta fase, não se pode interromper o seu ciclo de processamento até ao momento da realização da fase da vidragem. Ou seja, não se podem criar pontos de *stock* intermédios entre as fases de demolha, ultracongelação e vidragem, uma vez que o bacalhau, depois de demolido, tem um tempo limite até ser vidrado, sob pena de redução da sua qualidade.

A gestão da constituição das referências de PA e da entrada e saída de bacalhau para os tanques de demolha durante os fins-de-semana representam dois dos pontos mais críticos na fase da demolha. Antes de se proceder à demolha de uma posta de bacalhau, é necessário ter em conta que, frequentemente, este é embalado juntamente com outras postas de bacalhau, que apresentam

diferentes tempos de demolha. Sabendo-se da impossibilidade de existência de *stocks* intermédios entre as fases da demolha e vidragem, é necessário ter em conta o momento de entrada do bacalhau na água, de forma a garantir que as postas de bacalhau que são embaladas em conjunto, saem das fases da demolha e vidragem no mesmo dia e chegam à fase de embalamento em conjunto. Os fins-de-semana representam outra dificuldade na gestão da demolha, uma vez que a fábrica está fechada. Como tal, nas quintas e sextas-feiras de cada semana, só se pode iniciar o processo de demolha de produtos cuja demolha seja superior a 96 e 72 horas, respetivamente. Desta forma, garante-se que o produto termina a fase da demolha na semana seguinte, e como tal, pode seguir diretamente para as fases de ultracongelção e vidragem, sem que seja necessário constituir um *stock* intermédio.

A capacidade dos tanques de demolha não apresentam qualquer restrição para o fluxo produtivo do bacalhau DUC, uma vez que apresentam mais do dobro da capacidade de produção da fase que se lhe segue, a ultracongelção.

3.6.3. Ultracongelção

A fase da ultracongelção tem início quando o produto sai dos tanques da demolha. Nesta fase, o produto é colocado dentro de 4 túneis de ultracongelção, que apresentam uma temperatura de cerca de -40°C , com o objetivo de congelar o produto, mantendo-o à temperatura pretendida (aproximadamente, -18°C). Estes túneis apresentam capacidade de congelação, de cerca de, 20 toneladas de produto.

Este processo ocorre em três fases. Na primeira fase, a temperatura diminui até ao ponto de congelação. De seguida, a água contida no produto transforma-se em gelo (também denominada fase de calor latente) e, por fim, na terceira fase, a temperatura é reduzida até à temperatura de armazenagem final (normalmente, -18°C).

O período de exposição do produto à fase da ultracongelção deve ser tão curto quanto possível, uma vez que quanto mais lento é o processo de congelação, maior é o número de células destruída, afetando a qualidade do produto em termos de frescura, sabor e preservação. Desta forma, o produto é mantido nos túneis de ultracongelção durante, aproximadamente, 4 horas.

3.6.4. Vidragem

Na fase de ultracongelção, o produto é exposto ao risco de desidratação e degradação do seu aspeto. Assim sendo, é necessário assegurar a manutenção das propriedades e características do produto, de forma que não interfira diretamente com a sua qualidade, o que é conseguido na fase da vidragem.

A fase da vidragem compreende a passagem rápida do produto por dentro de um tanque com água, que apresenta características que visam a conservação do produto. Após esta fase, o produto apresenta uma pequena camada de gelo em seu redor que permite a conservação das suas propriedades e características.

3.6.5. Embalamento Demolhado Ultra Congelado

O embalamento do produto representa a última fase de processamento do bacalhau DUC. Nesta fase, o produto proveniente da vidragem é embalado de acordo com as especificações definidas pelo cliente.

Uma das especificações do cliente diz respeito ao material em que é feito o embalamento da referência de PA. Este pode ser feito utilizando diferentes tipos de consumíveis, tais como, sacos, caixas internas, cuvetes e caixas externas (para o caso de produto expedido a granel). Relativamente aos consumíveis utilizados, o cliente também define o peso de bacalhau que pretende receber em cada embalagem.

Atualmente, existem 248 referências de PA que procuram absorver toda a variabilidade caracterizada pelas exigências do cliente. Este conjunto de referências dividem-se por um total de 8 linhas de produção que asseguram o seu embalamento, o que em teoria representa, que cada linha de produção deve assegurar a produção, em média, de 31 referências de PA. Tendo em conta que cada uma destas linhas apresenta características de embalamento específicas, esta divisão não pode ser feita uniformemente, existindo linhas que produzem um maior número de referências que outras, Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Número de referências de PA e tipo de material utilizado por linha de produção DUC.

Linha de produção	Número de referências PA	Taxa de ocupação das linhas
1	29	12%
3	17	7%
5	48	20%
6	46	19%
7	15	6%
9	47	19%
11	35	14%
12	11	5%
Total	248	100%

Por questões de confidencialidade exigidas pela empresa, não são apresentados os verdadeiros nomes das referências de PA, sendo utilizados para efeito do estudo de caso, as referências 1, 2, 3, ..., 248.

3.6.6. Expedição

A fase da expedição é a última fase do fluxo de processo do bacalhau DUC, antes deste ser entregue ao cliente e inclui a realização das seguintes tarefas: arrumação, *picking* e carregamento do produto para o cliente.

A arrumação do produto é feita à medida que o produto sai das linhas de produção, previamente embalado e filmado em paletes, sendo posteriormente armazenando nas três câmaras destinadas ao PA.

Paralelamente à arrumação, faz-se o *picking* do produto para posterior carregamento das encomendas no final do dia. Existem dois tipos de *picking*, consoante os pedidos dos clientes, o *picking* à paleta (caso a unidade de encomenda seja a paleta) e o *picking* à caixa (caso a unidade de encomenda seja a caixa). A unidade de encomenda está relacionada com o tipo de cliente que faz a encomenda, caso seja a moderna distribuição, o pedido é feito à paleta (quantidade de encomenda maior), para os restantes clientes, normalmente, o pedido é feito à caixa.

Por fim, a expedição encarrega-se do carregamento dos veículos (caso do mercado nacional) e contentores (caso do mercado internacional) com as encomendas feitas pelos clientes no final de cada dia.

3.7. Caracterização armazenagem

Na organização da produção, um outro fator crítico é o espaço dedicado à armazenagem do produto em vias de fabrico (PVF) e do produto acabado (PA). Existem diversos pontos de alocação de *stocks* intermédios para o PVF durante o processamento do bacalhau demolido ultracongelado e um ponto para a alocação do *stock* final de PA.

Como referido na secção 3.6, a produção do bacalhau DUC contempla várias fases de processamento que variam consoante a MP utilizada. Desta forma, existem cinco pontos de armazenamento entre o momento da chegada do produto à empresa, até ao momento em que este é enviado para o cliente, dos quais se destacam as câmaras de:

- i. receção do produto;
- ii. produto verde;
- iii. produto seco;
- iv. produto congelado; e
- v. produto acabado.

Nesta secção são descritas unicamente as câmaras de produto congelado (1, 2, 5 e 6) e de produto acabado (3, 4 e 7), uma vez que as restantes não são relevantes para o estudo de caso em questão, representadas na Figura 3.9. Na figura observa-se que o espaço disponível nas câmaras de PA é

superior ao das câmaras de produto congelado. Para além disso, também se verifica a existência de *drives* para o armazenamento do produto nas câmaras de PA, ao contrário do que acontece nas restantes, em que o produto é armazenado em estantaria americana.

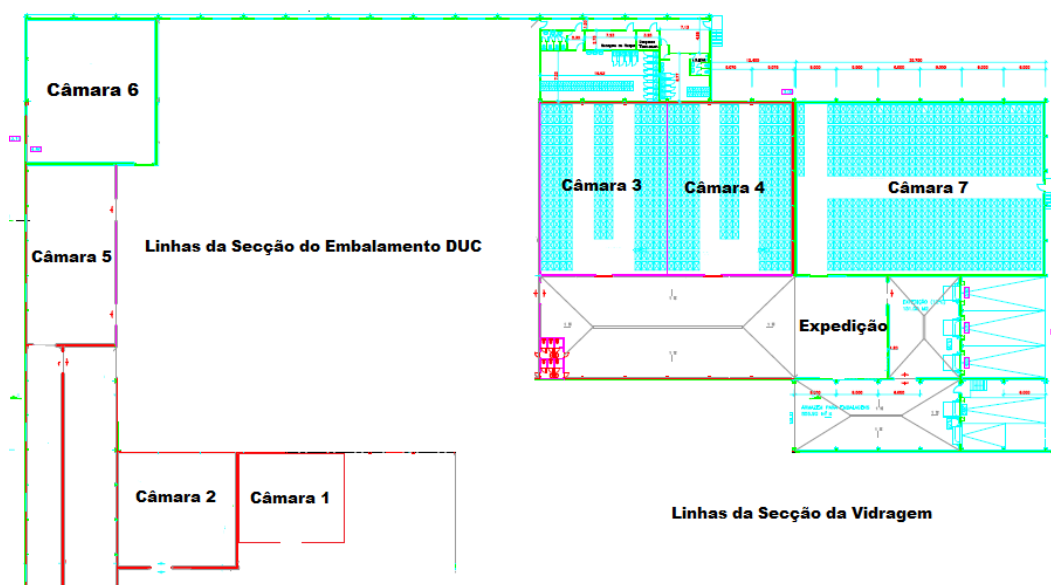


Figura 3.9. Layout das câmaras de produto congelado e produto acabado.

3.7.1. Câmaras de Produto Congelado

As câmaras de produto congelado têm a função de armazenar o produto depois de cortado, ultracongelado e vidrado, antes de seguir para a fase do embalamento. São quatro câmaras que se encontram à temperatura de -20°C e funcionam como o Supermercado da secção do Embalamento DUC, representando o local onde o Embalamento recolhe a matéria-prima necessária para o seu processamento.

Estas quatro câmaras são representadas na Figura 3.9 pelos números 1, 2, 5 e 6 e estão limitadas pela capacidade de armazenamento ilustrada na Tabela 3.4. Na tabela observa-se que a capacidade total de armazenamento de produto congelado é de, aproximadamente, 2404 tinas. Sabendo que cada tina pesa, em média 250 quilos, a capacidade total de armazenamento de produto é de, cerca de, 634 toneladas. Os valores utilizados na Tabela 3.4 são dados, tendo em conta, que as câmaras estão organizadas e estão a ser aproveitados todos os espaços disponíveis para a alocação de tinas.

Tabela 3.4. Capacidade de armazenamento das Câmaras de produto congelado.

Capacidade de armazenamento de produto congelado					
Câmaras de produto congelado	Câmara 1	Câmara 2	Câmara 5	Câmara 6	Total
Capacidade armazenamento (Número de tinas)	448	640	448	868	2404
Capacidade armazenamento (t)	116	187	114	217	634

No total, existem 26 tipos de corte, aos quais estão associadas 315 referências de produto congelado. O elevado número de referências, aliado à limitada capacidade de armazenamento destas câmaras, torna a sua gestão num desafio aliciante. A inexistência de *drives* (como observado na Figura 3.9), estantes onde pode ser feito o armazenamento do produto, é outro fator que complica a sua gestão. Estas limitações provocam os seguintes constrangimentos:

- Maior dificuldade de agrupar produtos com a mesma referência;
- Maior dificuldade na procura dos produtos pretendidos para o abastecimento das linhas de produção do embalamento de bacalhau DUC;
- Desconforto na arrumação/alocação dos produtos em câmara por não existir um local definido para tal;
- Maior dificuldade em assegurar a aplicação do FIFO;
- Desaproveitamento da capacidade de armazenamento disponível causado pela desorganização das câmaras;

Estes são alguns dos problemas que a produção enfrenta diariamente com a gestão das câmaras de produto congelado, dificultando a manutenção dum fluxo contínuo do PVF entre a vidragem e o embalamento.

3.7.2. Câmaras de Produto Acabado

As câmaras de PA estão destinadas a receber o produto, depois de concluídas todas as fases do seu processamento. Para isso, existem três câmaras, representadas na Figura 3.9 com os números 3, 4 e 7, que apresentam uma temperatura a rondar os -20°C e estão limitadas pela capacidade de armazenamento apresentada na Tabela 3.5. A capacidade total de armazenamento é de, aproximadamente, 4050 paletes, distribuídas por 132 *drives*. Assumindo que cada palete tem um peso médio de 350 quilos, a capacidade total de armazenamento de PA é de, aproximadamente 1418 toneladas.

Tabela 3.5. Capacidade das câmaras de armazenamento PA.

Câmaras PA	Câmara 3	Câmara 4	Câmara 7	Total
Número Total Drives	32	58	42	132
Capacidade Total Paletes	816	714	2520	4050
Capacidade Total (t)	286	250	882	1.418

Estas câmaras apresentam algumas vantagens em relação às câmaras de produto congelado, entre as quais se destacam, uma maior capacidade de armazenamento (mais do dobro da capacidade que as câmaras de produto congelado) e maior capacidade de organização e arrumação do produto devido à existência de *drives* (Figura 3.9). Estes *drives* permitem, através da sua identificação, definir locais fixos para o armazenamento de cada um dos produtos, o que facilita tanto a

organização, como a gestão da câmara. Esta situação apresenta, ainda, um maior impacto positivo, tendo em conta a existência de 248 referências de PA que têm a particularidade de ter de permanecer em câmara durante dois dias, a partir do momento em que são embaladas. Esta condição é uma forma de garantir que o produto não chega ao cliente abaixo da sua temperatura ideal.

Em sentido oposto às vantagens apresentadas, estas câmaras também apresentam algumas limitações, tal como sucede no caso das câmaras de produto congelado. Neste caso, apesar da existência de *drives*, estes são correspondentes aos denominados *drive-in*, que, tal como o próprio nome indica, tem uma única entrada por onde é feita a colocação e retirada das paletes com o produto. Este tipo de *drives* dificultam a aplicação do FIFO, uma vez que o produto que entra em primeiro lugar no *drive* é o último a ser retirado (caso existam outras paletes colocadas no *drive* posteriormente). Esta situação, aliada à obrigatoriedade de todo o PA depois de embalado, permanecer armazenado, no mínimo, durante 2 dias, de forma a recuperar a temperatura ideal que pode ter perdido durante a fase de embalamento, são as duas principais limitações que dificultam a gestão das câmaras de PA.

3.8. Caracterização do caso de estudo

A Riberalves, como líder de mercado do principal setor onde atua, baseia a sua estratégia em dois pilares que apresentam como principal objetivo a satisfação do cliente, nomeadamente a qualidade do produto e o cumprimento da data e da quantidade das encomendas feitas pelo cliente. Esta dissertação tem como objetivo estudar o segundo ponto (cumprimento da data e quantidade das encomendas), uma vez que afeta diretamente o nível de serviço da empresa. Com o crescimento da empresa nos últimos anos, este ponto tem-se verificado como um dos mais críticos para o seu desenvolvimento.

A Riberalves é uma empresa que é reconhecida no mercado pela política que tem seguido no que diz respeito a aceitação de encomendas de qualquer produto e dimensão, isto é, encomendas de produtos já existentes ou novos, em grandes ou pequenas quantidades. Esta característica pode ser vista como um fator diferenciador da empresa em relação à concorrência e como uma das principais razões que contribuíram para atingir a liderança de mercado. Contudo, é importante referir que também existem efeitos negativos que surgem da implementação desta política, principalmente a nível do aumento do número de referências de PA existentes e o efeito que causam no processo/fluxo produtivo.

Hoje em dia, são produzidas 248 referências de PA de bacalhau DUC, o que implica a existência de grande variabilidade associada ao processo produtivo. Esta variabilidade é a principal causa de desperdícios ao nível produtivo e logístico, desencadeando complicações na gestão da cadeia

de abastecimento. Na Tabela 3.6 observa-se a evolução do número de referências de PA nos últimos 5 anos, existindo um total de 172 referências de PA criadas e 99 extintas, o que representa um balanço positivo de 73 referências de PA. Com particular incidência nos últimos três anos, o balanço entre referências de PA criadas e extintas é, ainda, mais acentuado, verificando-se uma diferença positiva de 94 novas referências de PA num universo total de 248 referências vendidas em 2014. A gama de produtos aumentou aproximadamente 38% nos últimos três anos, o que contribuiu para o aumento da complexidade na gestão da produção e, respetivo, armazenamento.

Tabela 3.6. Referências de PA criadas e extintas nos últimos 5 anos.

Ano	Nº de referências de PA		Variação (número de referências de PA)
	<i>Criadas</i>	<i>Extintas</i>	
2010	11	19	-8
2011	26	39	-13
2012	38	5	+33
2013	54	24	+30
2014	43	12	+31
TOTAL	172	99	+73

O constante aparecimento de novas referências de PA e a manutenção das antigas (com rotação reduzida) têm sido dois fatores limitadores da capacidade de resposta fornecida pela empresa. Esta situação provoca o aumento da variabilidade do processo produtivo, o que implica um aumento do número de atividades realizadas, que não acrescentam valor ao produto e,consequentemente, o aumento do tempo de ciclo de produção.

Adicionalmente, a procura de PA apresenta sazonalidade anual (Figura 3.3), o que dificulta a capacidade de cumprimento das encomendas. A sazonalidade da procura leva a empresa a optar por uma de duas decisões: i) produzir para *stock* ou ii) produzir de acordo com a procura, de forma a ter capacidade para satisfazer as encomendas.

O planeamento da produção tem como principal objetivo solucionar os problemas decorrentes de situações como a sazonalidade da procura e a vasta gama de referências de PA existentes. Numa empresa como a Riberalves, o planeamento funciona como o elemento de ligação entre as áreas da logística e da produção (áreas responsáveis pelo nível de serviço apresentado). Na subsecção 3.8.1, faz-se uma análise detalhada sobre a forma como o planeamento da produção é realizado atualmente, para os mercados nacional e internacional, e os constrangimentos que lhe estão associados.

3.8.1. Descrição da situação atual

No início de cada ano, o departamento comercial reúne com o departamento da produção e fornece as previsões de variação do volume de vendas para o ano seguinte. Estas previsões são

dadas para cada uma das referências de PA, consoante as expetativas fornecidas pelos clientes em relação às variações do volume de vendas relativamente ao ano transato. Como tal, estes valores são previsões, sobre os quais é necessário realizar um acompanhamento constante, comparando-os com a evolução do volume de vendas reais, de forma a minimizar as consequências, caso estes não estejam de acordo com a realidade.

O acompanhamento da evolução das vendas é feito pelos responsáveis da produção e comercial, sendo discutidos os seguintes tópicos:

- Análise da evolução das vendas;
- Análise de novas ações promocionais (não consideradas nas previsões); e
- Possibilidade da criação de novas referências de PA e respetivas consequências.

A informação anterior é utilizada como uma ferramenta de suporte para a realização do planeamento de produção da secção do Embalamento. Na realização deste planeamento, é importante referir que são utilizadas duas abordagens de produção distintas, consoante se trate do mercado nacional ou internacional.

A. Mercado Nacional

A produção do produto que se destina ao mercado nacional segue uma estratégia *Make-To-Stock* (MTS), isto é, produz-se essencialmente para *stock*, podendo existir uma ou outra exceção no caso de produtos com menor taxa de rotação.

Esta estratégia surge em resposta às necessidades que o cliente atual apresenta. Hoje em dia, é cada vez mais importante para as empresas reduzirem os *stocks* nas suas instalações, o que, consequentemente, leva os clientes a aumentarem o número de encomendas, reduzindo a dimensão do lote de encomenda. Em resposta a este método de compras utilizado pelos clientes, a empresa optou por produzir para *stock*, ao invés de optar pela produção variável de acordo com a cadência da procura. A possibilidade de minimizar os efeitos da procura sazonal que caracteriza o bacalhau DUC é outra razão para a adoção duma estratégia de produção MTS. Ao produzir para *stock*, a empresa espera conseguir fazer face aos valores mais elevados da procura, uma vez que esta não apresenta capacidade produtiva para satisfazer a variação em condições normais.

O *Lead Time* (LT), período que dista entre o momento em que é feita a encomenda e o momento em que o cliente a pretende receber nas suas instalações é, em média, de três dias. O cumprimento do LT pela produção é um problema que se tem vindo a intensificar nos últimos anos, o que em grande parte se deve ao elevado número de referências de PA existentes que, por sua vez, dificultam a gestão da produção. Este LT é outra das razões que levou a empresa a optar por um sistema de produção MTS.

A utilização da estratégia de produção MTS também pode trazer algumas desvantagens para a empresa, tais como os custos que advêm da criação e manutenção de *stocks* e o risco do produto não ser vendido, caso as previsões de venda não se concretizem. Outra desvantagem que advém da criação de *stocks* (principalmente na indústria alimentar) é a existência de risco de perda de propriedades organoléticas do produto. No caso do bacalhau DUC, não existe este risco já que todo o produto é vidrado, existindo apenas o risco de perda da camada protetora do produto obtida na fase da vidragem, o que pode obrigar a um reprocessamento do mesmo.

B. Mercado Internacional

O processo seguido para o mercado internacional é diferente do usado no mercado nacional. Ao invés de se produzir para *stock*, utiliza-se uma estratégia de produção *Make-To-Order* (MTO), isto é, a produção só é feita após a receção da encomenda do cliente.

Neste caso, a empresa optou por adotar esta estratégia de produção, pois é um mercado em que está inserida há relativamente pouco tempo e onde o volume de vendas ainda não é estável. Assim, por uma questão de segurança, optou por esta abordagem, com o objetivo de melhorar o conhecimento relativo a este tipo de mercado, as suas condições, vantagens, desvantagens e preferências ao nível de produto.

No mercado internacional, os custos de transporte são bastante superiores aos custos de posse que advêm da existência de *stocks*. Como tal, o cliente opta por aumentar a dimensão do lote de encomenda, diminuindo consequentemente o número de encomendas. Esta abordagem permite aumentar o LT da encomenda, tempo que vai desde que é colocada a encomenda até ao momento em que o cliente a recebe, sendo de aproximadamente dois meses. O elevado valor de LT é a principal razão pela utilização duma estratégia de produção MTO por parte da empresa.

Depois de abordadas as estratégias de produção para o MN e MI, descreve-se em seguida a forma como é feito o planeamento de produção da secção do Embalamento DUC. Este planeamento é feito diariamente (para o dia seguinte), agregando a informação relativa à previsão do volume de vendas e às encomendas reais já lançadas em sistema informático num horizonte temporal de três dias (LT). Numa primeira fase, o responsável de produção analisa as encomendas para os três dias seguintes e compara-as com os *stocks* existentes em câmara. Caso exista quantidade suficiente em *stock* para satisfazer as encomendas, o responsável de produção analisa as previsões de vendas de cada referência de PA, compara-as com os seus níveis de *stock* e inclui no planeamento de produção aquelas que se apresentam com um *stock* reduzido. Esta análise é feita tendo em conta a premissa de produzir para *stock* (MTS) no caso do mercado nacional e de produzir para satisfazer as encomendas (MTO) no caso do mercado internacional.

Por sua vez, com base nas necessidades da secção do Embalamento, é realizado o planeamento de produção para a secção do Corte. Neste caso, ao contrário do que se verifica no planeamento

de produção da secção do Embalamento, este é realizado para um horizonte temporal de uma semana (semana seguinte), o que significa que é feito com base unicamente nas previsões do volume de vendas e em possíveis ações promocionais. Este tipo de planeamento para a secção do Corte pode desencadear duas situações negativas para a empresa, i) rutura por falta de produto para embalar e ii) aumento dos *stocks* de produto em vias de fabrico (cortado), caso a produção da secção do Corte não coincida com as necessidades da secção do Embalamento para a semana seguinte.

Resumindo, o planeamento de produção baseia-se em diversas variáveis que podem afetar o seu bom funcionamento e, por conseguinte, a performance e resultados da empresa. Atualmente, a empresa tem-se deparado com inúmeros problemas, uns mais graves que outros, que direta ou indiretamente estão relacionados com a forma como está a ser feito o planeamento da produção. Salientam-se os seguintes problemas:

- Número de ruturas significativo;
- Possibilidade de degradação da relação fornecedor-cliente devido ao não cumprimento das encomendas;
- Aumento do número de devoluções de encomendas devido à perda de qualidade do produto; e
- Aumento do número de horas trabalhadas (através da subcontratação de pessoal) e, consequente, decréscimo da produtividade.

3.8.2. Constrangimentos da situação atual

Nesta subsecção, são descritos os principais constrangimentos decorrentes da situação atual descrita.

A. Rutura de *stock*

Um dos problemas que tem vindo a assumir maiores problemas para a empresa nos últimos anos é o aumento do número de ruturas de *stock*, provocando uma redução no nível de serviço prestado ao cliente. Estas situações de rutura desencadearam também a redução do volume de vendas a alguns clientes da empresa, resultantes da sua perda de confiança e consequente degradação da relação cliente-fornecedor. Esta situação, ao contrário da primeira, não é quantificável em termos de valor monetário, mas tem um impacto negativo sobre este.

Ao longo do presente documento foram enumeradas algumas das razões que justificam o aumento das ruturas de *stock* na empresa, das quais se destacam:

- Aumento da quota de mercado;
- Aumento do número de referências de PA; e

- Crescimento exponencial do mercado internacional.

Neste estudo, apenas se consideram como rutura de *stock*, as ruturas que resultam na perda da venda, não contabilizando as vendas diferidas, ou seja, quando a empresa consegue adiar a entrega da encomenda. Contudo, quando o cliente não aceita o diferimento da encomenda para outra data e a anula, resultando na perda da oportunidade de venda por parte da empresa, é considerada a ocorrência de rutura de *stock*. De referir ainda, que no número de ruturas, também não são contabilizadas as encomendas devolvidas pelo cliente. A maioria destas devoluções de encomendas ocorrem durante o último trimestre do ano, período em que se verifica o maior volume de vendas e a maior quantidade em ruturas de *stock* (Figuras 3.3 e 3.10), devido à incapacidade da produção para satisfazer a procura, levando à maior probabilidade de ocorrência de erros ao nível produtivo e consequente aumento do nível de devoluções.

A análise da evolução dos valores mensais de rutura referentes a 2014, Figura 3.10, permite verificar que, no segundo semestre de 2014, ocorreu um aumento na quantidade de produto que não foi entregue (quantidade em rutura) ao cliente, representando cerca de 83% do valor total das ruturas, e que teve particular incidência no último trimestre do ano, com cerca de 60% do valor total. Este facto é uma consequência do aumento que se verificou ao nível da procura nesse mesmo período, e que a produção não teve capacidade produtiva para satisfazer.

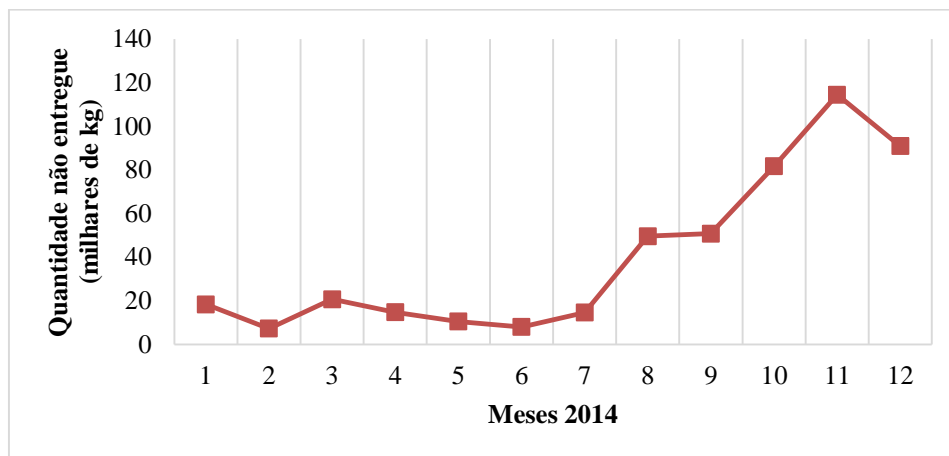


Figura 3.10. Evolução da quantidade de produto não entregue aos clientes em 2014.

De forma a quantificar o impacto que a ocorrência de ruturas teve para a empresa, é necessário comparar a quantidade de produto em falta com o volume total de vendas de 2014. Para o efeito, são calculados dois indicadores que avaliam a prestação da empresa no que diz respeito ao cumprimento das encomendas em 2014, i) a taxa de rutura e ii) o nível de serviço, Equações 8 e 9, respetivamente:

$$Taxa\ de\ rutura = \frac{Quantidade\ de\ produto\ não\ entregue}{(Quantidade\ total\ de\ produto\ entregue + Quantidade\ de\ produto\ não\ entregue)} \times 100 \quad (8)$$

$$Nível\ de\ serviço = 1 - Taxa\ de\ rutura \quad (9)$$

A quantidade de produto não entregue diz respeito às encomendas não satisfeitas pela empresa e a quantidade de produto entregue representa a quantidade de produto vendido em 2014. Sabendo que, em 2014, a quantidade total de produto não entregue foi de, aproximadamente, 481 toneladas de bacalhau DUC e a quantidade total entregue foi, cerca de, 10194 toneladas, a empresa apresentou uma taxa de rutura e nível de serviço de 4,5% e 95,5%, respetivamente.

Ao considerar-se que a rutura corresponde apenas a vendas perdidas, é possível associar a taxa de rutura a um valor monetário perdido pela empresa. Quando a empresa não tem capacidade para satisfazer uma encomenda, e o cliente a anula, origina a perda das receitas referentes a essa mesma encomenda. Desta forma, é possível medir os custos de rutura da empresa como as perdas que resultam do cancelamento das encomendas colocadas pelo cliente. Na Tabela 3.7 apresentam-se as quantidades mensais de rutura e o respetivo valor monetário associado a essas quantidades. O valor monetário depende do preço médio do produto que entra em rutura. Um exemplo disso é o caso do mês de Fevereiro em que, embora a quantidade em rutura tenha sido inferior à verificada em Maio e Junho, o valor monetário correspondente foi superior em Fevereiro. A quantidade total em ruturas verificada em 2014 resultou numa perda total de mais de 2 milhões de euros para a empresa.

Tabela 3.7. Quantidade e custo das ruturas ocorridas mensalmente em 2014.

Mês	Quantidade em rutura (kg)	Custos rutura (€)
Janeiro	18336	91681
Fevereiro	7268	50876
Março	20696	103478
Abril	14753	59010
Maio	10491	41963
Junho	7988	47928
Julho	14579	43737
Agosto	49579	247893
Setembro	50761	203045
Outubro	81652	408259
Novembro	114406	457623
Dezembro	90873	454366
Total	481381	2209861

Os valores elevados de quantidade em rutura e a consequente perda monetária que estes representam, têm constituído uma das maiores preocupações para a empresa, sendo a sua resolução vista como um elemento prioritário.

B. Aumento da subcontratação de pessoal e decréscimo da produtividade média

Outra desvantagem que advém do modo de gestão atualmente praticado na empresa é a variação do número de horas trabalhadas ao longo do ano. A variação do número de horas trabalhadas ocorre devido ao fator da sazonalidade que caracteriza a procura, existindo, por isso, ao longo do

ano dois períodos de tempo com níveis de procura distintos: o primeiro semestre, em que a procura constitui cerca de 30% do seu valor total, e o segundo, que representa os restantes 70%. Desta forma, se a empresa optar por produzir para satisfazer a procura no momento, mantendo os mesmos recursos ao longo do ano, podem ocorrer uma de duas situações, i) não tem capacidade para satisfazer a procura relativa ao segundo semestre ou ii) mão-de-obra sobredimensionada no primeiro semestre.

Atualmente a empresa recorre à subcontratação de pessoal durante o segundo semestre de cada ano para fazer face ao maior valor de procura que se verifica nesse período. A subcontratação de pessoal é a forma utilizada pela empresa para minimizar os efeitos da variação da procura, principalmente a nível de ocorrência de situações de rutura de *stock* e consequente redução do nível de serviço apresentado. Os valores relativos à subcontratação de pessoal podem ser observados através da comparação do número de horas trabalhadas nas secções do Corte e Embalamento, ao longo do ano para 2013 e 2014, Figura 3.11. Na figura observa-se que o número de horas trabalhadas começa a aumentar, aproximadamente, no início do segundo semestre de 2013 e continua gradualmente a aumentar até ao mês de Novembro. Em Dezembro, o número de horas trabalhadas começa a diminuir até os meses de Fevereiro e Março de 2014, sendo que o mês de Janeiro ainda é afetado pela subcontratação da mão-de-obra feita no ano anterior. Desde de Fevereiro a Agosto de 2014, este valor vai diminuindo gradualmente, tendo posteriormente uma subida vertiginosa no último trimestre do ano de 2014. Assim, o número total de horas trabalhadas para 2013 e 2014 é de 293810 e 292846, respetivamente.

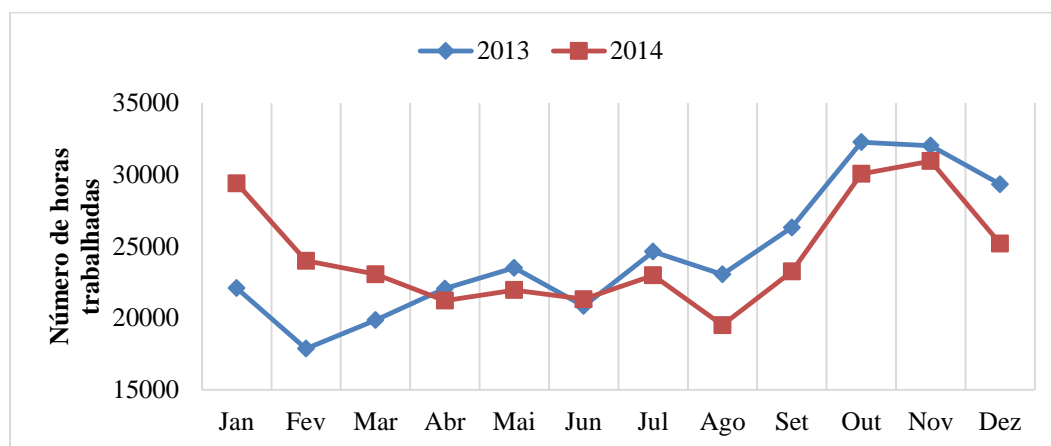


Figura 3.11. Número de horas trabalhadas 2013 e 2014.

A variação do número de horas trabalhadas ao longo do ano apresenta diversas desvantagens para a empresa, nomeadamente a nível de:

- Aumento dos custos de mão-de-obra relativos à subcontratação de pessoal (maiores custos com serviços externos do que com a mão-de-obra efetiva da empresa);

- Aumento da probabilidade de ocorrência de erros ao nível produtivo e consequente aumento do volume de devoluções;
- Elevada variabilidade do processo produtivo (mais desperdício);
- Inexperiência do pessoal subcontratado (necessitam de mais tempo de aprendizagem); e
- Decréscimo da produtividade média da empresa.

Das razões apresentadas, uma das mais preocupantes para a empresa tem sido o decréscimo do valor da produtividade ao longo do ano. Este decréscimo deve-se à variação do número de horas trabalhadas, Figura 3.11, que afeta diretamente o valor da produtividade, nas secções do Corte e Embalamento. Como referido na secção 2.8, a produtividade relaciona a produção alcançada num determinado período com o número de horas trabalhadas para atingir essa produção (Equação 7). Sendo assim, a Figura 3.12 representa as quantidades mensais produzidas nos anos de 2013 e 2014. Como se pode observar nas Figuras 3.11 e 3.12, a produção varia consoante o número de horas trabalhadas, apresentando maiores quantidades produzidas no último trimestre (correspondente ao período com mais horas trabalhadas). Para além disso, também se nota que existe uma grande flutuação nas quantidades produzidas ao longo do ano, o que provoca um grande desequilíbrio e variabilidade no sistema produtivo e ao longo da cadeia de abastecimento.

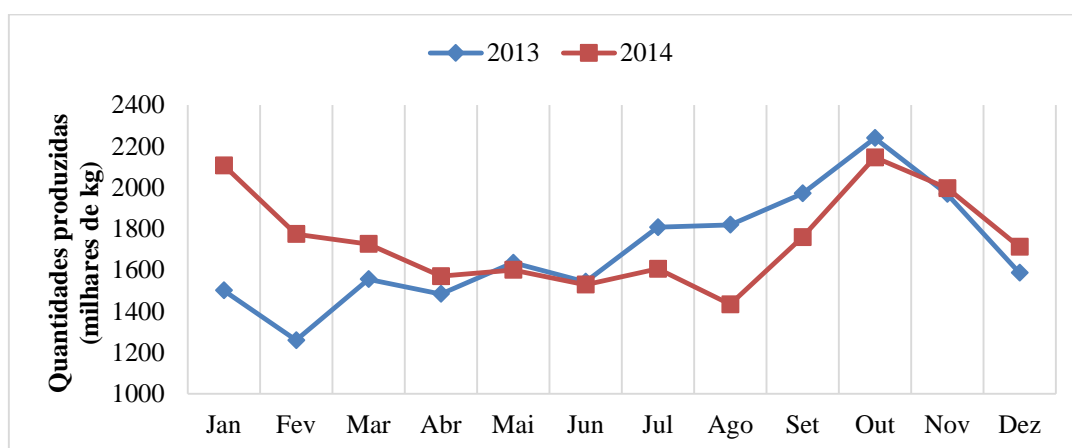


Figura 3.12. Produção mensal em 2013 e 2014.

Relacionando as Figuras 3.11 e 3.12, observa-se que a produção aumenta com o aumento do número de horas trabalhadas, mas não é possível verificar se este aumento é proporcional ou não. A existência de proporcionalidade pode ser confirmada através da produtividade que relaciona ambas as variáveis para um determinado período de tempo e é expressa pela Equação 7 (secção 2.8).

Aplicando a Equação 7 obtêm-se os valores da produtividade correspondentes aos anos 2013 e 2014 referentes às secções do Corte e Embalamento, Figura 3.13. A análise da figura permite verificar que o aumento da produção não é proporcional ao aumento do número de horas trabalhadas, uma vez que é no último trimestre de cada ano que se nota uma diminuição acentuada

do valor da produtividade das duas secções. Esta diminuição significa que a subcontratação de pessoal no início do segundo semestre não representa a melhor solução para a empresa, uma vez que se está a aumentar mais o *input* do que o aumento verificado no *output*, gerando, consequentemente, mais custo que benefício.

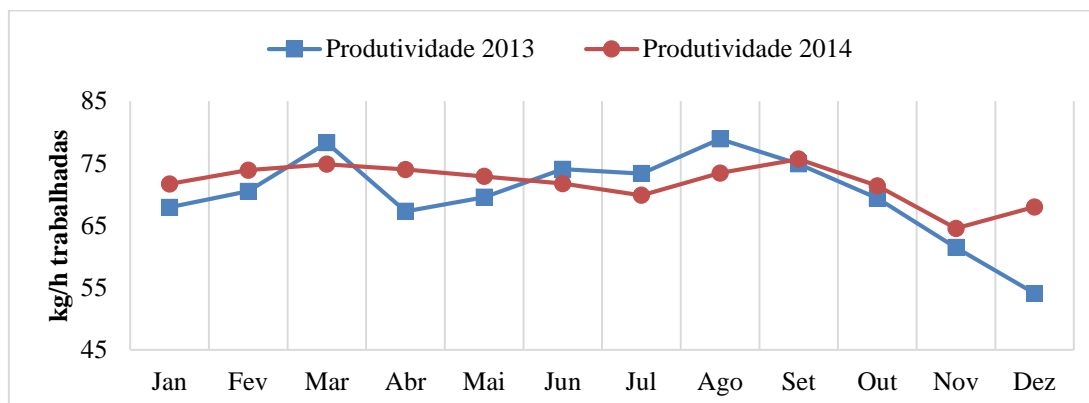


Figura 3.13. Produtividade de trabalho mensal em 2013 e 2014.

De forma a verificar a evolução da produtividade ao longo do ano, calcula-se o valor da produtividade média, Equação 10. Os valores da produtividade média mensal são representados na Figura 3.14, onde se observa uma diminuição destes valores no início e final de cada ano. Assim sendo, a produtividade média para os anos de 2013 e 2014 são, respetivamente, de 69,3 e 71,5 quilogramas por hora trabalhada.

$$Produtividade\ média\ (N) = \frac{Produção\ (N) + Produção\ (N-1) + \dots + Produção\ (N-x)}{Horas\ trabalhadas\ (N) + Horas\ trabalhadas\ + \dots + Horas\ trabalhadas\ (N-x)} \quad (10)$$

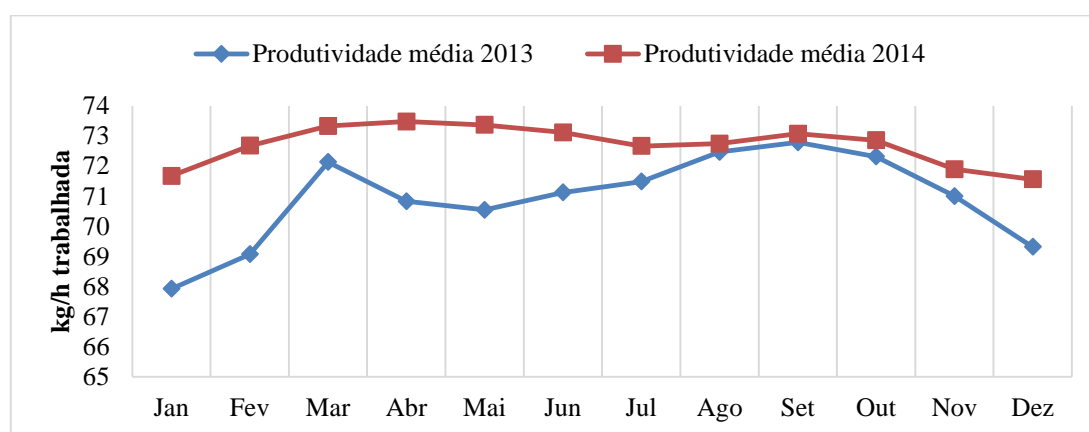


Figura 3.14. Produtividade média em 2013 e 2014.

O decréscimo do valor da produtividade média no final de cada ano representa uma redução no número de quilogramas produzidos por cada hora trabalhada nas secções do Corte e Embalamento. Por sua vez, esta redução está associada a um custo de produtividade obtido através da multiplicação do valor da produtividade média pela margem de lucro da empresa. A título de

exemplo, calculam-se os custos de produtividade resultantes da variação da produtividade média do primeiro para o segundo semestre de 2014, em que:

- *Produtividade média* (1^o semestre 2014) = 73,1
- *Produtividade média* (2^o semestre 2014) = 71,5
- *Margem* = 0,25€/kg
- *Custos de produtividade* = $(73,1 - 71,5) \times 0,25 \times 292846 = 117138\text{€}$

Em suma, o decréscimo do valor da produtividade média do primeiro para o segundo semestre de 2014 representa um custo de produtividade na ordem dos 117 mil euros para a empresa. Como tal, a quantidade em ruturas de *stock* e a produtividade média representam os principais problemas verificados na situação atual e os que acarretam mais custos para a empresa.

4. Nivelamento de Produção – Secções do Corte e Embalamento

O planeamento da produção de bacalhau Demolhado Ultra Congelado (DUC) é feito recorrendo à técnica do nivelamento de produção para as secções do Corte e do Embalamento. Para o efeito, foi desenvolvido um algoritmo que, com base na técnica do nivelamento de produção, define as quantidades objetivo a produzir, num determinado período de tempo, para cada produto e em cada linha de produção, tanto para a secção do Corte, como para a secção do Embalamento.

Como referido na secção 1.2, os objetivos que se pretendem alcançar na presente dissertação compreendem a diminuição do número de horas trabalhadas, através da eliminação da necessidade de subcontratação de pessoal, o aumento da produtividade e o aumento do nível de serviço alcançado pela empresa, em relação a 2014. Pretende alcançar-se estes objetivos através de uma alteração do planeamento elaborado pela empresa, nomeadamente, tendo em consideração a sazonalidade que caracteriza a procura, o que até 2014 não tinha sido corretamente feito, representando uma falha do processo de planeamento.

O algoritmo do planeamento de produção surge como uma ferramenta de apoio à realização do planeamento de produção, tendo como objetivo resolver os problemas verificados na situação atual e, consequentemente, atingir os objetivos propostos nesta dissertação. O algoritmo foi desenvolvido recorrendo a uma folha de cálculo, utilizando o *software Microsoft Excel*, sendo nesta ferramenta que o utilizador insere os dados de *input* retirados do sistema informático da empresa, de forma a obter os *outputs* pretendidos para consulta. O algoritmo funciona de forma dinâmica ao longo do tempo e, como tal, para se obter um *output* atualizado basta atualizar a informação (*inputs*), na folha de cálculo.

A técnica do Nivelamento de Produção consiste, como referido no capítulo 2, na produção regular duma quantidade e *mix* de produtos definidos, durante um determinado período temporal. Desta

forma, é necessário proceder-se à definição prévia do período para o qual se pretende nivelar a produção, de modo a que o algoritmo forneça os valores objetivo das quantidades a produzir, de cada produto, nesse mesmo período. Paralelamente é necessário definir o local que serve de ponto de armazenamento do produto, uma vez que a produção é constante ao longo do ano, enquanto a procura é variável devido ao seu comportamento sazonal. Neste capítulo, são referenciadas as bases presentes na definição da periodicidade e do local para o armazenamento do produto, explicando posteriormente a forma como é construído o algoritmo (os seus *inputs* e *outputs*). Por fim, é dado um exemplo dum caso de aplicação do algoritmo para duas linhas de produção das secções do Corte e do Embalamento.

Por questões de confidencialidade, não são apresentados os verdadeiros nomes das referências de PA e dos tipos de corte, sendo atribuídos para identificá-los em cada um dos casos, números e letras, respetivamente.

4.1. Periodicidade do planeamento da produção

Oplaneamento da produção implica a definição da periodicidade com que este deve ser elaborado, podendo ser feito para um período anual, semestral, trimestral, semanal ou diário. Na definição deste período de tempo, deve ter-se em consideração:

- Os tempos *setup* das linhas de produção;
- Que o período deve ter igual duração nas secções do Corte e do Embalamento, uma vez que a produção da secção do Corte é “puxada” pelas necessidades da secção do Embalamento; e
- Que quanto menor for o período de tempo mais facilmente se corrigem possíveis desvios em relação ao incumprimento quer do planeamento da produção, quer das previsões de vendas.

Tendo em conta os requisitos mencionados, pode inferir-se que o nivelamento de produção não deve ser diário pois, tendo em conta que, na secção do Embalamento, existem 248 referências de PA distribuídas por 8 linhas de produção, cada linha tem de produzir, em média, 31 referências de PA por dia. Este facto provoca um aumento dos tempos de *setup* e, consequentemente, numa diminuição do tempo disponível de produção. Por outro lado, para um nivelamento dum horizonte mensal ou superior, verifica-se um aumento no tempo de deteção de possíveis desvios face aos valores considerados, quer a nível das previsões de vendas, quer a nível de cumprimento do planeamento de produção. Quanto mais tempo decorre entre estes desvios e o momento da sua perceção, maior é a dificuldade da produção para corrigir estes mesmos desvios.

Face aos factos apresentados, optou-se por um nivelamento semanal para a secção do Corte e do Embalamento do bacalhau DUC. Esta escolha é justificada pela intenção de controlar mais frequentemente o cumprimento do planeamento de produção e, ao mesmo tempo, aumentar o tempo produtivo das linhas de produção, evitando os tempos de *setup* relativos às constantes trocas de produtos. As quantidades semanais a produzir para cada referência de PA e cada tipo de corte são expressas pela Equação 11, onde a procura anual de 2015 representa as necessidades de produção referentes à secção que se pretende nivelar.

$$\text{Nivelamento Semanal} = \frac{\text{Procura anual 2015}}{\text{Número dias úteis em 2015}} \times 5 \quad (11)$$

Depois de definido o período para o qual se nivelará a produção, é necessário fazer um acompanhamento da evolução dos *stocks* com essa periodicidade, de forma a evitar possíveis situações de rutura ou de excesso de *stock*. Para isso, o diretor de produção terá que comparar frequentemente os valores reais e teóricos referentes às vendas e produções de 2015, analisando se a evolução dos *stocks* está a decorrer de acordo com o esperado e, caso não esteja, ter tempo de agir em conformidade.

4.2. Definição do local para o armazenamento do produto

O bacalhau DUC é um produto sazonal que apresenta o seu volume máximo de vendas durante o último trimestre de cada ano (Figura 3.3). Com a implementação da técnica do nivelamento de produção, pretende-se minimizar os efeitos causados por esta variabilidade, nomeadamente a nível produtivo. O objetivo do nivelamento da produção é produzir de forma constante durante todo o ano, sendo iguais as quantidades de bacalhau produzidas no primeiro e último mês de cada ano, ao contrário do que sucede com o volume de vendas. Como tal, o ritmo da produção é diferente do ritmo da procura, existindo períodos do ano em que se irá produzir para *stock* (produção superior à procura) e outros em que esse *stock* servirá para satisfazer a procura (produção inferior à procura).

A criação de *stocks* pode constituir um problema para a empresa. Como referido no capítulo 2, um dos sete desperdícios definidos no paradigma *Lean* é o excesso de *stocks*, uma vez que estes não acrescentam valor ao produto e podem camuflar a existência de outros desperdícios (Suzaki, 2010). Desta forma, Suzaki (2010) definiu como conveniente a existência dum único local para o armazenamento de produto ao longo da cadeia produtiva, onde se armazena o *stock* de forma a poder ter a visão e controlo da sua evolução e, desta forma, concentrar todo o “desperdício” num único local. A existência dum local definido, onde possa ser feito o armazenamento periódico do produto (nos períodos do ano em que a procura é inferior à produção), é uma das condições para a implementação da técnica do nivelamento da produção.

Na empresa em estudo, é necessário optar entre as câmaras de produto congelado (PVF) e as câmaras de PA, descritas na secção 3.7, para funcionarem como o ponto de armazenamento da CA. De seguida, apresentam-se as vantagens e desvantagens da utilização de cada uma destas câmaras, Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Vantagens e desvantagens das Câmaras de PVF e PA funcionarem como ponto de armazenamento da cadeia de abastecimento.

Câmaras de PVF	Vantagens	Apresenta maior flexibilidade para a produção, pois o mesmo tipo de corte pode originar diversas referências de PA.
		Quanto mais “longe” do fim da cadeia de abastecimento interna da empresa se armazena o produto, menor é o custo que apresenta para a empresa.
	Desvantagens	Menor capacidade de armazenamento.
		Câmaras sem <i>drives</i> , logo maior desorganização e dificuldade de cumprimento do FIFO.
		Elevado número de referências de tipos de corte existentes.
		Perda de qualidade do produto - possibilidade de desidratação (após algum tempo em câmara, produto não está protegido por consumíveis).
		<i>Lead time</i> da colocação da encomenda muito reduzido. A cadeia de abastecimento não apresenta capacidade de resposta a esta encomenda com o <i>stock</i> localizado nestas câmaras.
		Maior congestionamento para o abastecimento das linhas de produção da secção do Embalamento, caso a taxa de ocupação das câmaras seja elevada (maior tempo de procura do produto correto).
Câmaras de PA	Vantagens	Diminuição da probabilidade de rutura - produto já passou por todas as fases de processamento e encontra-se preparado para ser expedido.
		Elevada capacidade de armazenamento.
		Existência de <i>drives</i> – permite melhorar a organização e a gestão do espaço.
	Desvantagens	Possibilidade de reproprocessamento do produto (previsões erradas).
		Dificuldade de cumprimento do FIFO (<i>drive-in</i>).
		Última fase de processamento do bacalhau DUC da cadeia de abastecimento – <i>stock</i> representa maior custo para a empresa.
		Elevada quantidade de referências de PA dificulta a gestão das câmaras.

Como se pode observar pela Tabela 4.1, existem vantagens e desvantagens associadas com a escolha quer das câmaras de PVF, quer das câmaras de PA para funcionarem como o ponto de armazenamento da CA. Contudo, como o principal objetivo da empresa é o aumento do nível de serviço, optou-se por utilizar as Câmaras de PA para o armazenamento do produto. O reduzido *lead time* de entrega da encomenda e as características de processamento do produto estão na base desta escolha. O cliente coloca a encomenda, em média, três dias antes do momento em que a pretende receber e o produto depois de processado nas linhas de produção da secção do Embalamento, tem que permanecer em câmara, no mínimo, durante dois dias para recuperar a

temperatura ideal que perdeu nas linhas durante o seu embalamento. A incompatibilidade destas duas limitações levou a que se optasse pela escolha das Câmaras de PA.

4.3. Algoritmo do planeamento de produção

O algoritmo do planeamento de produção é desenvolvido com base na ferramenta *Lean* do nivelamento da produção (*Heijunka*). Esta ferramenta baseia-se na produção, de forma constante, da mesma quantidade e *mix* de produtos para um dado período de tempo. Com isso, pretende-se relativizar os efeitos derivados das flutuações da procura e, ao mesmo tempo, diminuir a variabilidade inerente ao sistema produtivo (Suzaki, 2010).

Este algoritmo é desenvolvido recorrendo a uma folha de cálculo do *software Microsoft Excel* e segue um conjunto de passos que são descritos ao longo deste capítulo. O algoritmo é dinâmico, pelo que o utilizador pode atualizar a informação referente às vendas e produções reais verificadas semanalmente e, comparando com os valores expeáveis, identificar possíveis desvios. Para além disso, também se podem simular diferentes cenários e analisar os *outputs* que se obtêm para esses casos

De seguida, apresentam-se os passos utilizados na construção do algoritmo, *inputs* necessários e *outputs* obtidos. De notar que, apesar dos vários *outputs* fornecidos pelo algoritmo, na prática, apenas os que são referentes aos valores objetivo de produção semanal e aos objetivos de OEE e taxa de ocupação das linhas de produção das secções do Embalamento e Corte, respetivamente, são necessários para a aplicação do nivelamento da produção.

i. Inputs:

- Dados de vendas de PA referentes ao ano de 2014;
- Tipo de corte referente a cada PA;
- Previsão da variação do volume de vendas para cada PA em 2015;
- Peso e número de peças existentes por embalagem de PA;
- Tempos de ciclo de cada linha de produção;
- Atualização semanal do volume de vendas e da produção real de 2015;
- Capacidade de armazenamento das câmaras de PA;
- Taxa de rejeitados de cada tipo de corte (postas resultantes do tipo de corte principal que seguem por defeito para um tipo de corte secundário); e
- Peso do bacalhau utilizado por tipo de corte e o respetivo tempo de ciclo.

ii. Outputs:

- Capacidade de produção máxima diária de cada referência de PA;
- Capacidade de produção máxima diária de cada tipo de corte;

- Objetivos de produção média diária e semanal por referência de PA;
- Objetivo de OEE para as linhas de produção da secção do Embalamento;
- Objetivos de produção média diária e semanal por tipo de corte;
- Taxa de ocupação das linhas de produção da secção do Corte com os objetivos;
- *Stocks* expetáveis mensais de cada referência de PA; e
- Evolução mensal da taxa de ocupação das Câmaras de PA (3, 4 e 7).

iii. Passos de construção do algoritmo:

- Definir a procura da secção do Embalamento;
- Fazer a dedicação das referências de PA pelas linhas de produção – Embalamento;
- Definir a procura da secção do Corte;
- Fazer a dedicação dos tipos de corte pelas linhas de produção – Corte; e
- Prever *stocks* mensais de cada referência e taxa de ocupação das câmaras de PA.

A Figura 4.1. representa a sequência com que foram realizados os passos descritos acima. O primeiro passo consiste em definir a procura para a secção do Embalamento, através das previsões do volume de vendas de cada referência de PA para 2015. De seguida, faz-se a dedicação dessas referências de PA pelas linhas de produção da secção do Embalamento, definindo o conjunto de referências a ser produzido em cada linha consoante as suas capacidades de produção. Para atingir os objetivos definidos no segundo passo, a secção do Embalamento “puxa” a quantidade de matéria-prima necessária da secção do Corte. Estas quantidades representam a procura da secção do Corte e são definidas consoante os objetivos de produção do Embalamento. Depois de definidos os objetivos de produção para cada tipo de corte, é necessário distribuir a sua produção pelas linhas de produção da secção do Corte, de forma a garantir que esta é capaz de satisfazer as necessidades da secção do Embalamento. Por fim, calcula-se a taxa de ocupação mensal das câmaras, através das previsões mensais de *stock* para cada referência de PA. Para facilitar a compreensão deste processo, é feito um fluxograma referente ao processo descrito anteriormente.

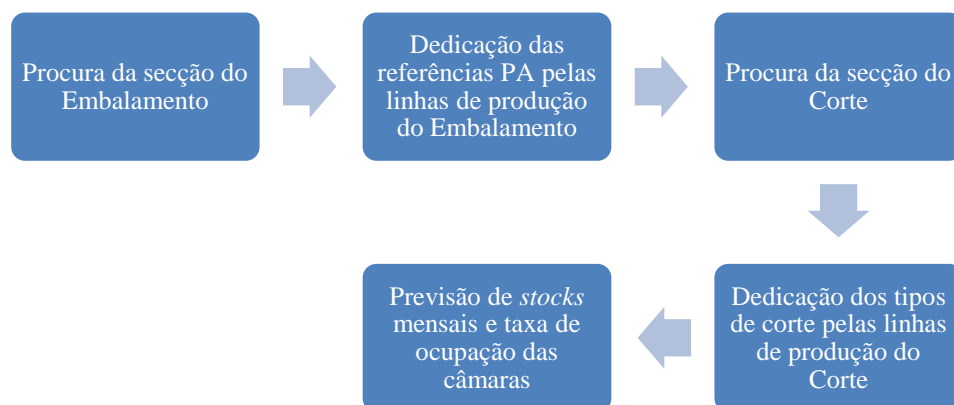


Figura 4.1. Sequência de realização dos passos para a construção do algoritmo.

As sub-seções 4.3.1 a 4.3.5 descrevem, em detalhe, os passos utilizados para a construção do algoritmo.

4.3.1. Procura da secção do Embalamento

A procura da secção do Embalamento é definida pela previsão do volume de vendas para 2015. Esta previsão, por sua vez, representa a quantidade de produto que se espera embalar para satisfazer as necessidades dos clientes. A procura da secção do Embalamento é definida com base em dois elementos, os dados de vendas referentes ao ano de 2014 e a previsão da variação do volume de vendas, para cada referência de PA, fornecida pelo departamento comercial. Na Figura 4.2, apresenta-se o fluxo utilizado para calcular a procura da secção do Embalamento.

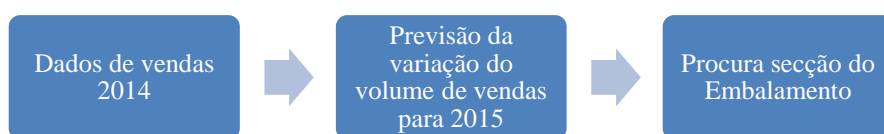


Figura 4.2. Fases do cálculo da procura da secção do Embalamento.

Os dados de vendas referentes a 2014 são valores fatuais, que refletem um acontecimento já verificado no passado e, como tal, não apresenta qualquer incerteza. Por outro lado, a previsão do volume de vendas para 2015 baseia-se numa estimativa fornecida pelo departamento comercial, referente aos valores que se esperam vender no ano de 2015 para cada referência de PA. Neste caso, há uma possível variabilidade associada a este valor, e como tal, é necessário acompanhar duma forma regular a evolução deste crescimento em relação a 2014, de forma a evitar possíveis situações de rutura ou excesso de *stocks*. O valor da procura, para cada referência de PA, é calculado recorrendo à Equação 12:

$$Procura\ 2015(PA) = Dados\ vendas\ 2014(PA) \times (1 + Previsão\ da\ variação\ de\ vendas\ 2015(PA)) \quad (12)$$

A Figura 4.3 apresenta, a título de exemplo, os dados de vendas referentes a 2014 (exceto, por restrições de espaço, dos meses compreendidos entre Maio e Agosto, apesar de estes aparecerem contabilizados no valor total) e a previsão da variação do volume de vendas em 2015, para cinco referências de PA (1, 2, 3, 4 e 5).

O valor da produção nivelada semanal e da procura referentes a cada uma das referências de PA, apresentadas na Figura 4.3, podem ser obtidos aplicando as Equações 11 e 12, respetivamente. Estes valores representam os objetivos de produção, para cada referência, para o ano de 2015 (Figura 4.4). Por exemplo, na Figura 4.4, verifica-se para o caso da referência de PA “A” uma previsão de aumento do volume de vendas em 2015 de 9%. Este aumento traduz-se numa produção semanal de, aproximadamente, 4634 quilogramas, por forma a nivelar

a produção semanal e, consequentemente, garantir a satisfação da procura, sem a ocorrência de rupturas ou excesso de *stock* (caso as previsões se verifiquem).

	B	C	D	E	F	G	H	I	Q	R
2	Vendas DUC 2014 (Kg)									
3	Referências PA	Tipo de corte	Previsão de variação de venda 2015	Jan	Fev	Mar	Abr	...	Dez	Total
4	1	A	+9%	6954	6789	19716	13758	...	25011	220395
5	2	A	+3%	1620	729	1212	2458	...	5876	28996
6	3	A	+6%	1641	331	441	2145	...	1680	15110
7	4	A	+6%	985	1507	1300	2561	...	2078	21306
8	5	A	+25%	542	601	621	1714	...	1281	23315

Figura 4.3. Volume de vendas de 2014 e previsão da variação de vendas de 2015 para cinco referências PA.

	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AJ	AK	AL
2	Procura secção do Embalamento 2015										
3	Referências PA	Tipo de corte	Previsão de variação de venda	Jan	Fev	Mar	Abr	...	Dez	Total	Produção nivelada semanal (Kg)
4	1	A	+9%	7.604	7.423	21.557	15.043	...	27.347	240.977	4.634,18
5	2	A	+3%	1.677	754	1.254	2.543	...	6.081	30.009	577,09
6	3	A	+6%	1.733	350	466	2.266	...	1.775	15.960	306,93
7	4	A	+6%	1.040	1.591	1.372	2.703	...	2.194	22.487	432,44
8	5	A	+25%	677	751	776	2.142	...	1.601	29.144	560,46

Figura 4.4. Procura e produção nivelada semanal de 2015 para cinco referências de PA.

Utilizando o mesmo método de cálculo para as restantes referências de PA, obtém-se a procura de cada uma, os seus objetivos de produção semanal e, concludentemente, a procura da secção do Embalamento e a quantidade total semanal a produzir nesta secção para satisfazer as necessidades dos clientes.

4.3.2. Dedicção das referências de PA pelas linhas de produção - Embalamento

Nesta subsecção, descreve-se o modo como é feita a dedicção das referências de PA pelas linhas de produção da secção do Embalamento, definindo-se o *mix* de referências a produzir em cada uma das linhas.

O elevado número de referências de PA a produzir constitui um dos maiores desafios da gestão do planeamento de produção e, consequentemente, da implementação da técnica do nivelamento da produção. Como tal, é necessário assegurar que as linhas de produção têm capacidade para produzir todas as referências de PA, de forma a garantir o cumprimento das encomendas.

Um dos aspetos que deve ser tido em atenção é a taxa de ocupação das linhas de produção, após a dedicação das referências de PA por cada uma das linhas. Ou seja, é necessário verificar se as linhas de produção têm capacidade para produzir o que lhes foi destinado e, se estão subdimensionadas ou sobredimensionadas em relação às restantes. De modo a identificar esta questão, há cerca de 6 meses, foi implementada na secção do Embalamento, uma ferramenta do paradigma *Lean* que mede a eficiência de trabalho de cada linha de produção, denominada por *Overall Equipment Effectiveness* (OEE). Esta ferramenta é utilizada como uma medida de desempenho para avaliar a eficiência da linha de produção e tem em consideração três variáveis: *i)* o tempo disponível de trabalho, *ii)* o número de “peças boas” produzidas e *iii)* o tempo de ciclo do equipamento que “estrangula” a linha de produção, ou seja, o tempo necessário para a produção de uma. A partir desse momento, os valores de OEE têm sido registados para todas as linhas de produção, o que permite ter atualmente um conhecimento mais exato dos limites e capacidades de cada linha, através do conhecimento do seu valor de OEE atual. A Tabela 4.2 apresenta os valores de OEE atual de cada linha de produção, relativos ao período de Julho a Dezembro de 2014.

Tabela 4.2. Valores de OEE atual das linhas de produção da secção do Embalamento, Julho a Dezembro de 2014.

Linha de produção	OEE atual (%)
1	50
3	45
5	71
6	48
7	49
9	45
11	48
12	20

Depois de conhecidos os valores referentes ao OEE atual por linha de produção, é possível atribuir as referências de PA a cada uma das linhas de produção, com o objetivo de garantir que a linha tem capacidade para assegurar a produção das quantidades que lhe foram atribuídas. Este estudo é feito seguindo os passos descritos na Figura 4.5.

Nas 8 linhas de produção são embaladas 248 as referências de PA. De notar que algumas das referências apresentam características de embalamento especiais e, como tal, só podem ser produzidas em linhas de produção com características específicas. Tendo este facto em consideração e, de acordo com as OEE atuais de cada linha, apresenta-se na Tabela 4.3 a dedicação das referências de PA pelas linhas de produção.

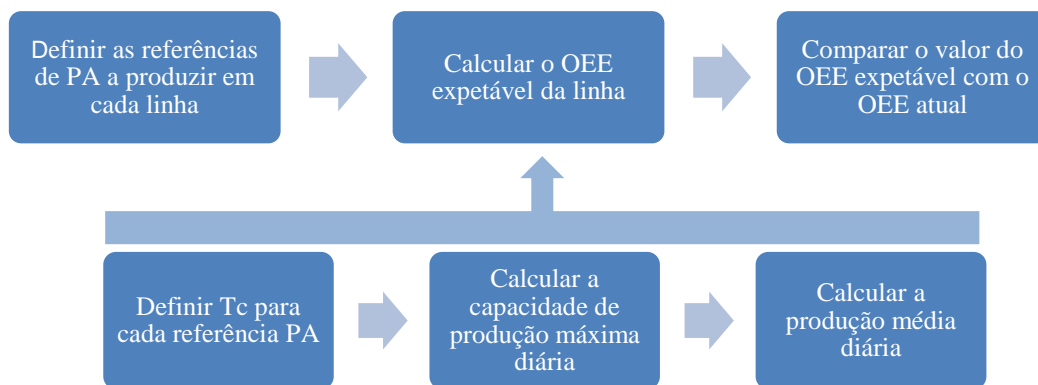


Figura 4.5. Fases da dedicação das referências de PA pelas linhas de produção.

Tabela 4.3. Dedicação das referências de PA pelas linhas de produção.

Linha de produção	Número de referências PA
1	20
3	17
5	53
6	38
7	32
9	28
11	48
12	12
Total	248

Como se observa na Figura 4.5, a próxima fase consiste em calcular o OEE expetável da linha de produção com as referências que lhe foram dedicadas. De seguida, são descritos os passos para o cálculo do OEE expetável duma linha de produção, usando como exemplo, a Linha 1 da secção do Embalamento.

1º Passo: Definição do tempo de ciclo para cada referência de PA.

O tempo de ciclo varia de acordo com o peso de cada embalagem, Tabela 4.4. As embalagens de 0,6 e 1 quilogramas são produzidas a cada 2 segundos, sendo que as embalagens de 2 quilogramas demoram 4 segundos a ser produzidas. Estes valores são definidos de acordo com o tempo de processamento da operação que constitui o estrangulamento da linha de produção.

Tabela 4.4. Tempo de ciclo para cada tipo de embalagem.

Peso da embalagem (kg)	Tempo de ciclo (seg/embalagem)
0,6	2
1	2
2	4

2º Passo: Calcular a capacidade de produção máxima diária da Linha.

O valor do tempo de ciclo permite calcular a capacidade de produção máxima diária da linha, para cada uma das referências, através da Equação 13.

$$\text{Capacidade de produção máxima diária} = \frac{\text{Tempo útil de trabalho}}{\text{Tempo ciclo}} \times \text{Peso da embalagem} \quad (13)$$

onde o tempo de abertura corresponde ao tempo útil de trabalho da linha, dado pela subtração do tempo disponível de trabalho e o tempo referente a paragens planeadas. Neste caso, o tempo de abertura é de 8 horas de trabalho. A Tabela 4.5 ilustra a capacidade de produção máxima em função do peso da embalagem.

Tabela 4.5. Capacidade de produção máxima diária em função do peso da embalagem.

Peso da embalagem (kg)	Capacidade de produção máxima diária	
	Nº de embalagens	Peso (kg)
0,6	14400	8640
1	14400	14400
2	7200	14400

3º Passo: Calcular a produção média diária de acordo com a técnica do nivelamento da produção.

Após a definição da capacidade máxima diária de produção para cada uma das referências, é necessário calcular o objetivo de produção média diária que satisfaz o volume de vendas anual, dado pela Equação 14. A produção média diária é calculada com base na técnica do nivelamento da produção, ou seja, é dada pelo quociente entre o volume de vendas expetável em 2015 para cada referência de PA e o número de dias de trabalho.

$$\text{Produção média diária } (X) = \frac{\text{Volume de vendas 2015 } (X)}{\text{Número de dias úteis 2015}} \quad (14)$$

Comparando os valores da produção média com a capacidade de produção máxima diária de cada referência de PA da linha, obtém-se o seu valor de OEE expetável, através da Equação 15.

$$\text{OEE expetável} = \sum_i^N \frac{\text{Produção média diária}}{\text{Capacidade máxima diária (Kg)}} (i) \quad (15)$$

em que i representa a referência de PA e N é o conjunto total de referências da linha.

A Figura 4.6 apresenta, a título de exemplo, os valores objetivo da produção média semanal e do OEE expetável para a Linha 1 da secção do Embalamento. Pode observar-se que, tem de ser produzido, em média, 33489 quilogramas por semana, o que corresponde a um valor de OEE expetável de 49%. Assim, o algoritmo fornece as quantidades necessárias a produzir de cada referência diária e semanalmente e, cabe ao diretor de produção da empresa decidir quais as referências e quantidades a produzir, tendo presente que deve cumprir as quantidades de produção definidas para cada referência de PA semanalmente.

	F	G	T	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	PREVISÃO DE VENDAS 2015 - LINHA 1			Dados			Capacidade de produção máxima diária		Objetivos		
2	Referência PA	Tipo de corte	Total (Kg)	Peso embalagem (Kg)	Nº peças por embalagem	Tempo de ciclo (segundos/embalagem)	Embalagens	Peso (Kg)	Produção média diária (Kg)	OEE expetável (%)	Produção média semanal (Kg)
3	22	J	50228	2,0	6	4,0	7200	14400	200,1	1,39%	1000,6
4	48	R	735046	1,0	3	2,0	14400	14400	2928,5	20,34%	14642,4
5	52	J	7562	0,6	2	2,0	14400	8640	30,1	0,35%	150,6
6	54	J	2244	0,6	2	2,0	14400	8640	8,9	0,10%	44,7
7	56	R	132100	2,0	6	4,0	7200	14400	526,3	3,65%	2631,5
8	57	T	4807	2,0	6	4,0	7200	14400	19,2	0,13%	95,8
9	58	U	3940	2,0	6	4,0	7200	14400	15,7	0,11%	78,5
10	60	T	15189	1,0	3	2,0	14400	14400	60,5	0,42%	302,6
11	61	U	223063	1,0	3	2,0	14400	14400	888,7	6,17%	4443,5
12	66	R	33252	0,6	2	2,0	14400	8640	132,5	1,53%	662,4
13	115	D	40514	2,0	6	4,0	7200	14400	161,4	1,12%	807,1
23	Venda Total Expetável (Kg)			1741412					6938	49%	34689

Figura 4.6. Cálculo do OEE expetável para a Linha 1 do Embalamento DUC.

Aplicando o mesmo raciocínio para as restantes linhas de produção, obtêm-se os valores do OEE expetável e da produção média semanal de cada uma destas. Comparando estes valores com os do OEE atual, é possível apurar se as linhas de produção têm capacidade suficiente para produzir a quantidade necessária para satisfazer a procura prevista. Neste caso, o OEE atual representa o Tempo de ciclo (Tc) e o OEE expetável representa o *Takt Time* (TT) da linha, ou seja, o tempo que demora a produzir uma peça e o tempo em que se deve produzir uma peça para satisfazer a procura, respetivamente. Desta forma, caso o OEE atual da linha seja superior ao OEE expetável, significa que a capacidade produtiva atual da linha de produção é superior à necessária, existindo o risco de criação de *stocks* em excesso ($Tc < TT$). Caso contrário (se a OEE atual for inferior à OEE expetável), a capacidade produtiva da linha de produção é inferior à necessária, existindo o risco de ocorrência de rutura de *stock* ($Tc > TT$). O objetivo na dedicação das referências de PA às linhas de produção passa por aproximar ao máximo estes dois valores, o OEE atual e OEE expetável (Tc e TT), o que em termos práticos representa um sistema de produção balanceado com a procura, em que esta dita o ritmo da produção, produzindo-se para satisfazer as necessidades do cliente.

4.3.3. Procura da secção do Corte

Após a definição dos objetivos de produção para a secção do Embalamento, deve garantir-se que existe matéria-prima suficiente (proveniente da secção do Corte) para os satisfazer. A relação entre as secções do Corte e do Embalamento baseia-se num sistema de produção *Pull*, isto é, as quantidades a produzir na secção do corte são definidas com base nas quantidades a embalar que, por sua vez, refletem as necessidades dos clientes. Cada referência de PA resulta dum determinado tipo de corte, cuja produção tem origem nas linhas da secção do Corte. Como tal, o tipo de corte é o elemento que estabelece a ligação entre as necessidades da secção do Corte e os

objetivos de produção da secção do Embalamento. A procura da secção do Corte é definida em dois passos sequenciais, apresentados na Figura 4.7.

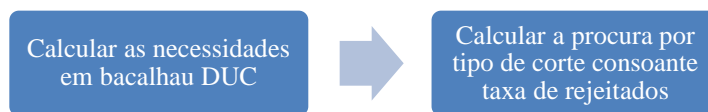


Figura 4.7. Fases do cálculo da procura da secção do Embalamento.

1º Passo: Calcular as necessidades de bacalhau DUC para cada tipo de corte consoante as quantidades a produzir das referências PA, Equação 16:

$$Necessidades\ DUC\ (Tipo\ de\ Corte_x) = \sum_{i=0}^N Referências\ de\ PA_i(Tipo\ de\ Corte_x) \quad (16)$$

em que N representa o número de referências de PA que utilizam o $Tipo\ Corte_x$.

2º Passo: Calcular a procura para cada tipo de corte consoante a sua taxa de rejeitados (Equação 17):

$$Procura\ (tipo\ de\ corte_x) = \frac{Necessidade\ de\ bacalhau\ DUC\ (tipo\ de\ corte_x)}{(1 - taxa\ excedentários\ (tipo\ de\ corte_x))} \quad (17)$$

É de realçar que no processo de corte dum bacalhau, nem todo o produto resultante é utilizado para atingir o fim desejado, ou seja, nem todas as postas dum determinado tipo de corte seguem para a produção das referências de PA com o tipo de corte pretendido. Por exemplo, para o tipo de corte “A”, apresentado na Tabela 4.6, apenas 70% do peso do bacalhau cortado é aproveitado para as referências de PA com esse tipo de corte. Os restantes 30% representam a taxa de rejeitados do tipo de corte “A” e são utilizados para as referências de PA com um tipo de corte secundário, “B” e “I”, numa proporção de 90% e 10%, respetivamente. Os tipos de corte “B” e “I” são compostos pela soma dos rejeitados dos tipos de corte principais. Deste modo, cada tipo de corte apresenta uma taxa de rejeitados que tem de ser tida em conta no momento da definição da sua procura. Na Tabela 4.6, apresenta-se a taxa de rejeitados para cinco tipos de corte.

Tabela 4.6. Taxa de rejeitados para cinco tipos de corte.

Tipo de corte	Taxa de rejeitados
A	30%
C	20%
D	10%
E	10%
F	25%

Depois de conhecidas as necessidades de produção de bacalhau DUC e a taxa de rejeitados para cada tipo de corte, é possível determinar a procura na secção do corte. As Equações (17, 18 e 19) indicam o modo de cálculo da procura para os tipos de corte principais e secundários:

$$Procura\ ("B") = (\sum_{i=0}^N (Necessidades\ TipoCorte_i \times Taxa\ excedentários_i)) \times 0,9 \quad (18)$$

$$Procura ("I") = (\sum_{i=0}^N (Necessidades TipoCorte_i \times Taxa\ excedentários_i)) \times 0,1 \quad (19)$$

Como se pode verificar nas Equações 18 e 19, os tipos de corte “B” e “I” surgem por defeito (rejeitados dos tipos de corte principais), ao contrário dos restantes que são produzidos especificamente para satisfazer as necessidades do Embalamento. Neste caso, a sua procura é definida pela soma da taxa de rejeitados dos tipos de corte principal e não pelas necessidades do Embalamento, tal como acontece com os restantes. A partir deste momento, é responsabilidade do Departamento Comercial criar condições de venda para escoar os produtos resultantes destes tipos de corte. A Figura 4.8 ilustra a procura da secção do Corte para cinco tipos de corte, a título de exemplo.

	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AX	AY
1	Procura da secção do Corte 2015 (Kg)								
2	Tipo de corte	Taxa de excedentários (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	...	Dez	Total
3	A	30%	35296	37428	64468	63432	...	78168	763177
4	B	0%	222371	223900	172507	222662	...	300285	3034636
5	Q	40%	443	355	739	483	...	296	7082
6	D	52%	121507	67884	116799	78695	...	170968	1355632
7	F	10%	4017	8833	13892	9505	...	7709	99030

Figura 4.8. Procura da secção do Corte para cinco tipos de corte.

Utilizando o mesmo método de cálculo obtém-se a procura para cada um dos restantes tipos de corte e, consequentemente, a procura da secção do Corte.

4.3.4. Dedicção dos tipos de corte pelas linhas de produção - Corte

À semelhança do que foi feito para as linhas de produção da secção do Embalamento, é necessário distribuir a produção dos tipos de corte pelas diversas linhas de produção (da secção do Corte) e determinar as suas respetivas taxas de ocupação. A taxa de ocupação permite identificar, se existem ou não, restrições em termos de capacidade produtiva em alguma destas linhas. Sendo que, para taxas de ocupação superiores a 100%, a linha não tem capacidade para satisfazer as quantidades que lhe foram destinadas. Caso a taxa de ocupação seja inferior a 100%, não existe qualquer restrição em termos de capacidade produtiva da linha. Na Figura 4.9, apresentam-se os passos utilizados para fazer a dedicção dos tipos de corte às linhas de produção.

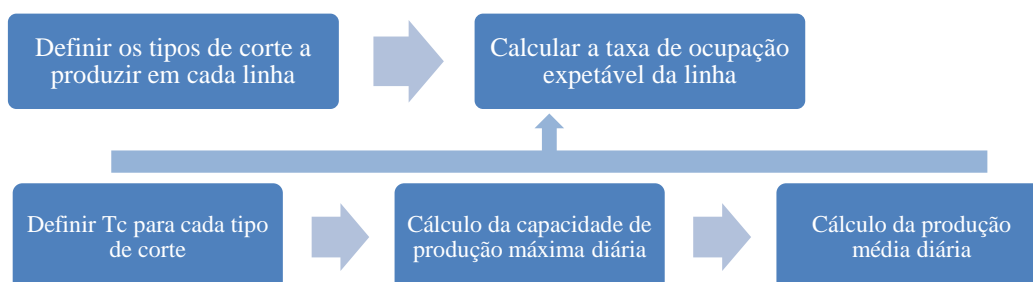


Figura. 4.9. Fases da dedicção dos tipos de corte pelas linhas de produção.

Neste estudo de caso, contabilizam-se 24 tipos de corte que devem ser distribuídos por 6 linhas de produção. De notar que tal como acontece para a secção do Embalamento, existem tipos de corte que apenas podem ser produzidos mediante a utilização de equipamentos específicos que estão alocados a um número restrito de linhas de produção. Outro dos aspetos a ter em conta é a taxa de ocupação das linhas de produção, depois de feita a dedicação dos diferentes tipos de corte por linha de produção. Como tal, apresenta-se a distribuição dos tipos de corte a produzir em cada linha de produção, Tabela 4.7.

Tabela 4.7. Dedicação dos tipos de corte pelas linhas de produção.

Linha de produção da secção do Corte	Número de tipos de corte dedicados
2	10
3	2
4	3
5	4
6	3
7	2
Total	24

Para a dedicação das linhas da secção do Corte, apenas se contabilizou um total de 24 tipos de corte, uma vez que os tipos de corte secundários (“B” e “I”) surgem por defeito dos restantes.

Neste caso, ao contrário do que se verifica na secção do Embalamento, a taxa de ocupação não é medida através do *OEE*, uma vez que o estrangulamento da linha de produção é representado por uma operação manual e não por uma operação feita por um equipamento ou máquina. Assim, é necessário identificar a operação que estrangula a linha de produção e contabilizar o tempo que esta demora a ser executada. Esse tempo denomina-se por tempo de ciclo e representa o tempo que decorre entre a produção de duas unidades consecutivas. Com base no tempo de ciclo é possível calcular a capacidade de produção máxima da linha, Equação 20.

$$Capacidade\ de\ produção\ máxima\ (Tipo\ corte) = \frac{Tempo\ de\ abertura}{Tempo\ ciclo\ (Tipo\ corte)} \quad (20)$$

Sendo o tempo de abertura, tal como acontece para a secção do Embalamento, o tempo útil de trabalho (tempo disponível exceto as paragens programadas) que neste caso é de 27900 segundos, pois a secção do Corte tem a condicionante de ter que finalizar a produção quinze minutos antes da secção do Embalamento, por questões de higienização e arrumação do posto de trabalho. A Tabela 4.8 apresenta, utilizando como exemplo a linha 2 da secção do Corte, o tempo de ciclo por tipo de corte e respetivas capacidades máximas de produção.

Tabela 4.8. Tempo de ciclo e capacidade de produção máxima por tipo de corte da Linha 2 da secção do Corte.

Tipo de corte	Tempo de ciclo (segundos/unidade*)	Capacidade máxima produção (número de unidades*)
O	12	2325
M		
W		
L		
F	15	1860
N	20	1395
H		
E		
C		
K	25	1116

*uma unidade equivale a 1 bacalhau.

Como se pode observar na Tabela 4.8 o tempo de ciclo é definido em segundos por unidade e varia consoante o tipo de corte produzido, alterando consequentemente a capacidade de produção máxima da linha para cada tipo de corte. De forma a possibilitar a comparação da capacidade máxima de produção de uma linha com a produção média diária pretendida, é necessário converter o número de unidades (bacalhaus) em quilogramas, unidade utilizada para definir a produção média diária. Esta conversão é feita através do produto do peso médio do bacalhau usado em cada tipo de corte pela capacidade máxima de produção (número de unidades) apresentada na Tabela 4.8. A Tabela 4.9 apresenta o peso médio do bacalhau e a capacidade máxima de produção em quilogramas para os tipos de corte da Linha 2.

Tabela 4.9. Tempo de ciclo e capacidade de produção máxima para cada tipo de corte da Linha 2.

Tipo de corte	Peso médio de um bacalhau (kg)	Capacidade máxima de produção (kg)
O	1,80	4185
M	3,00	6975
N	1,30	1814
H	1,30	1814
K	2,20	2455
E	1,50	2093
L	1,00	1860
C	1,00	1395
F	1,50	2790
W	1,00	1993

Após a definição da capacidade máxima diária de produção de cada linha, calcula-se o objetivo de produção média diária que satisfará a procura anual para cada tipo de corte, Equação 21.

$$Produção\ média\ diária\ (Tipo\ Corte_i) = \frac{Procura\ (Tipo\ Corte_i)}{número\ dias\ úteis\ 2015} \quad (21)$$

Comparando a capacidade máxima da linha com a produção média necessária para cada tipo de corte, obtém-se a taxa de ocupação expetável da linha, através da Equação 22 (processo idêntico

ao utilizado para o Embalamento no cálculo do OEE expetável). A taxa de ocupação da linha representa a capacidade de produção à qual a linha tem que trabalhar, de forma a cumprir os objetivos de produção definidos consoante o nivelamento da produção. Aplicando o mesmo processo de cálculo para as restantes linhas, obtêm-se as produções médias diárias e semanais, bem como a taxa de ocupação expetável de cada linha de corte, como ilustrado, a título de exemplo, na Figura 4.10, relativamente à Linha 2.

$$Taxa\ de\ ocupação\ expetável = \sum_i^N \frac{Produção\ média\ diária}{Capacidade\ máxima\ diária\ (Kgs)} (i) \quad (22)$$

	F	G	T	V	W	X	Y	Z	AA	AB
1	Linha 2			Dados		Capacidade máxima da linha		Objetivos		
2	Tipo de corte	Taxa de excedentários (%)	Total	Peso médio bacalhau (Kg)	Tempo de ciclo (segundos/bacalhau)	Produção (Kg)	Produção (unidades)	Produção média diária (Kg)	Produção média semanal (Kg)	Taxa de ocupação expetável (%)
3	O	0%	101009	1,8	12	4185	2325	402	2012	10%
4	M	8%	850	3,0	12	6975	2325	3	17	0%
5	N	10%	9009	1,3	20	1814	1395	36	179	2%
6	H	10%	151943	1,3	20	1814	1395	605	3027	33%
7	K	40%	101072	2,2	25	2455	1116	403	2013	16%
8	E	10%	10399	1,5	20	2093	1395	41	207	2%
9	L	10%	1831	1,0	15	1860	1860	7	36	0%
10	C	0%		1,0	20	1395	1395			
11	F	10%	110034	1,5	15	2790	1860	438	2192	16%
12	W	7%		1,0	14	1993	1993			
45								1937	9684	80%

Figura 4.10. Produção média semanal e taxa de ocupação expetável da Linha 2 da Secção do Corte.

Aplicando o algoritmo às restantes linhas de produção, obtêm-se os valores referentes à taxa de ocupação expetável da linha e as quantidades a produzir semanalmente para cada tipo de corte e para a linha de produção no total. Estes dados são utilizados para elaborar o planeamento de produção semanal da secção do Corte. A produção semanal média representa o valor que deve ser produzido todas as semanas, em cada uma das linhas, e a taxa de ocupação expetável refere a capacidade a que tem que trabalhar a linha de produção para produzir as quantidades objetivo semanais. Caso o valor da taxa de ocupação seja superior a 100%, a linha em questão não tem capacidade produtiva para satisfazer as necessidades. Neste caso, se possível, altera-se a dedicação dos tipos de corte pelas linhas de produção, redistribuindo os tipos de corte a produzir em cada linha. Contudo, caso não seja possível, é necessário recorrer-se à subcontratação de pessoal ou abrir uma nova linha de produção, de forma a corresponder às exigências da procura. Caso o valor da taxa de ocupação seja inferior a 100%, pode-se analisar a hipótese de diminuir o número de operadores a trabalhar na linha, uma vez que a linha está a produzir acima das necessidades.

4.3.5. Evolução da taxa de ocupação mensal das Câmaras de Produto acabado

Neste estudo de caso, tal como referido na secção 4.2., o local definido como o ponto de armazenamento do produto são as Câmaras de PA, permitindo, assim, concentrar todo o *stock* de

produto em estado de PA e, consequentemente, reduzir o *stock* de PVF com a implementação do sistema *Pull* ao longo da cadeia de abastecimento. Contudo, antes de se avançar com a aplicação da técnica de produção nivelada, é necessário verificar se as Câmaras de PA têm capacidade para armazenar a quantidade pretendida e, ao mesmo tempo, controlar a evolução do *stock* ao longo do tempo. Para isso, simulou-se a evolução da taxa de ocupação mensal das Câmaras de PA para 2015, através da simulação dos *stocks* expetáveis de PA obtidos pela relação entre a quantidade de produto que se espera produzir e vender no final de cada mês, Equação 23.

$$\text{Stock expetável (mês } A) = (\text{Produção média diária} \times \text{número dias úteis(mês } A)) - \text{Procura 2015 (mês } A) + \text{Stock expetável(mês(A - 1))} \quad (23)$$

em que n é o número de dias referentes ao mês A e o “*stock* expetável do mês $(A-1)$ ” é relativo ao *stock* existente em Câmara no final do mês anterior. Com o objetivo de aumentar a fiabilidade dos resultados obtidos, no final de cada mês, os valores da produção e volume de vendas de cada referência de PA são atualizados e, como tal, são refeitos os cálculos relativos à taxa de ocupação das Câmaras de PA para os meses seguintes. Desta forma, o *stock* relativo ao mês anterior (“*stock* expetável(mês $(A - 1)$)”) é obtido pela Equação 24.

$$\text{Stock expetável (mês(A - 1))} = \text{Produção real (mês(A - 1))} - \text{Vendas reais(mês(A - 1))} \quad (24)$$

O valor da capacidade mensal utilizada das câmaras é dada pelo somatório dos *stocks* expetáveis de cada referência de PA no final do mês, Equação 25.

$$\text{Capacidade utilizada (mês } A) = \sum_i^N \text{Stock expetável (mês } A)_i \quad (25)$$

onde N representa o número total de referências e i cada referência de PA. A taxa de ocupação mensal das Câmaras de PA é expressa pela Equação 26.

$$\text{Taxa de ocupação mensal} = \frac{\text{Capacidade utilizada (Kg)}}{\text{Capacidade disponível (Kg)}} \quad (26)$$

em que a capacidade disponível é a soma das capacidades disponíveis das câmaras de PA (1, 3 e 7) apresentadas Tabela 3.5 (secção 3.7).

A Figura 4.11 apresenta as taxas de ocupação previstas para cada mês de 2015 seguindo a técnica do nivelamento da produção. Como se pode observar, numa fase inicial, a capacidade de armazenamento não se revela um obstáculo ao nivelamento da produção, uma vez que a taxa de ocupação máxima das câmaras é de 67%. Nota-se, ainda, que tal como seria de esperar, devido à sazonalidade que caracteriza a procura, o *stock* de PA tem uma relação inversamente proporcional às vendas de PA, apresentando o valor mais elevado no início do segundo semestre. Este valor, por sua vez, reflete-se no aumento da taxa de ocupação das câmaras de PA, nesse mesmo período.

Taxa de Ocupação Câmaras PA (%)												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Stocks futuros previstos (t)	321	514	682	733	824	886	915	953	811	550	451	0
Taxa de Ocupação	23%	36%	48%	52%	58%	62%	65%	67%	57%	39%	32%	0%

Figura 4.11. Taxa de ocupação mensal das Câmaras de PA.

O estudo realizado permite verificar a taxa de ocupação mensal das câmaras para 2015, seguindo a ferramenta do nivelamento da produção. É, ainda, possível concentrar o *stock* num único local e acompanhar a sua evolução ao longo do tempo, um dos objetivos pretendidos com a implementação desta técnica. A atualização mensal da produção e do volume de vendas permite diminuir a incerteza relativa aos *stocks* expetáveis e, consequentemente, garantir uma maior aproximação entre o valor esperado e o valor real da taxa de ocupação das câmaras. Esta análise permite ainda verificar se as produções e vendas reais das referências de PA estão a evoluir de acordo com o expetável.

4.4. Exemplo de aplicação do algoritmo

Nesta secção, apresenta-se a título de exemplo a aplicação do algoritmo, a duas linhas de produção, uma referente à secção do Embalamento e outra referente à do Corte. Apenas são apresentados e discutidos os *outputs* estritamente necessários à aplicação do nivelamento da produção, de interesse para o utilizador.

As linhas de produção analisadas são a Linha 3 e a Linha 6 das secções do Embalamento e Corte, respetivamente. Estas linhas não apresentam uma relação estritamente linear entre si, ou seja, a Linha 6 do Corte não produz todos os tipos de corte referentes às referências de PA produzidas na linha 3 e, por sua vez, a linha 3 não produz unicamente referências com todos os tipos de corte produzidos na Linha 6 da secção do Corte. A Figura 4.12 apresenta os dados usados como *inputs* para o algoritmo no caso da Linha 3, nomeadamente, os dados de vendas referentes ao ano de 2014, o tipo de corte, a previsão de variação do volume de vendas em 2015 e o peso e número de peças de cada referência de PA, referente à Linha 3. O volume de vendas e produções reais são atualizados semanalmente, com o objetivo de perceber possíveis desvios em relação às variáveis utilizadas inicialmente, tais como a previsão da variação do volume de vendas, o incumprimento da produção das quantidades definidas como objetivo, a previsão de *stocks* expetáveis e a respetiva taxa de ocupação das câmaras de PA. Na Tabela 3.5 (secção 3.7), está ilustrada a capacidade de armazenamento das câmaras de PA. Os *inputs* referentes à Linha 6 do Corte estão ilustrados na Figura 4.12, nomeadamente, a taxa de rejeitados de cada tipo de corte produzido na linha, bem como o peso médio do bacalhau e o tempo de ciclo relativo a cada tipo de corte.

	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	PREVISÃO DE VENDAS 2015 - LINHA 3 (Kg)																Dados	
2	Referência PA	Tipo de corte	Previsão de variação de venda (%)	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Peso embalagem	Nº peças por embalagem
3	1	A	+9%	7604	7423	21557	15043	30212	14899	13730	18662	28401	24592	31507	27347	240977	0,8	3
4	21	J	+7%	9377	24860	5191	12258	9685	11406	19994	15533	12075	15493	14921	18422	169215	0,8	3
5	70	A	+10%	11338	8737	9174	8737	10048	8737	4369	5679	6116	7427	7427	5679	93469	0,8	3
6	67	A	+5%	0	7645	7993	2433	5908	6255	7298	6603	8688	11120	10773	7298	82012	0,8	3
7	71	A	+5%	3753	3336	3336	8757	5838	1668	2919	5004	4587	7089	6672	2919	55879	0,8	3
8	69	A	+5%	30	99	467	2085	1251	3336	1251	814	1489	2085	1718	3753	18378	0,8	3
9	68	A	+5%	2929	20	1430	417	655	1251	1489	834	834	1251	834	834	12778	0,8	3
10	72	A	0%	0	0	0	397	397	397	397	794	1191	0	0	794	4369	0,8	3
11	211	P	+65%	0	0	92	102	358	133	491	41	205	1003	246	0	2672	5,0	20
12	100	P	+50%	5557	5445	6758	8107	8619	7530	9048	10556	9727	6758	5268	8508	91882	6,3	25
13	5	A	+25%	677	751	776	2142	2598	4568	4494	4654	4236	2192	456	1601	29144	10,0	30
14	97	P	+50%	2057	1247	1880	2495	2011	2336	2169	1508	2792	2066	2094	3649	26305	6,3	32
15	210	P	+50%	447	112	949	1620	3016	0	0	503	1815	1089	503	614	10667	6,3	26
16	16	G	0%	5979	4580	6590	3251	2266	2837	3851	2650	3940	3970	3182	4866	47960	10,0	56
17	18	G	0%	1172	1024	512	1340	1241	719	552	1044	680	1123	256	1300	10963	10,0	67
18	19	G	0%	2315	355	1537	3024	1202	1546	1005	1606	2384	2374	2364	2709	22419	10,0	40
19	128	B	+30%	11802	11012	22806	16997	18916	16142	24403	22749	22483	17369	15441	29195	229315	6,3	32

Figura 4.12- Dados de *input* do algoritmo, referentes à Linha 3 da secção do Embalamento.

	F	G	H	I
1	DADOS TIPO DE CORTE - LINHA 6			
2	Tipo de corte	Taxa de excendetários (%)	Peso médio bacalhau (Kg)	Tempo de ciclo (segundos/bacalhau)
3	G	10,0%	1,5	10,0
4	P	10,0%	1,5	10,0
5	A	30,0%	2,5	10,0
6	V	20,0%	1,7	10,0
7	A	30,0%	2,5	10,0

Figura4.13. Dados de *input* do algoritmo, referentes à Linha 6 da secção do Corte.

As Figuras 4.14 a 4.17 apresentam o *output* obtido para a Linha 3 pelo algoritmo. De seguida, procede-se à interpretação e discussão de cada um dos *outputs*, de modo a analisar a possibilidade de implementação do nivelamento de produção.

A Figura 4.14 apresenta os objetivos de produção média diária e semanal com base nas previsões do volume de vendas para 2015. Considere-se, por exemplo, para a referência de PA “1”, uma produção média diária e semanal de 960 e 4800 quilos, respetivamente. Tendo em conta que o objetivo é nivelar a produção semanalmente, o principal foco a analisar no planeamento de produção é o cumprimento da produção média semanal de cada referência de PA. Relativamente aos objetivos de produção da Linha 3, verifica-se que esta deve produzir 22877 quilogramas por semana, o que representa 4575 quilogramas por dia.

Linha 3		Objetivos	
Referência PA	Tipo de corte	Produção média diária (Kg)	Produção média semanal (Kg)
1	A	960	4800
21	J	674	3371
70	A	372	1862
67	A	327	1634
71	A	223	1113
69	A	73	366
68	A	51	255
72	A	17	87
211	P	11	53
100	P	366	1830
5	A	116	581
97	P	105	524
210	P	42	212
16	G	191	955
18	G	44	218
19	G	89	447
128	B	914	4568
Total Geral		4575	22877

Figura 4.14. Objetivo de produção média diária para uma amostra de referências de PA da Linha 3 – Embalamento.

Em seguida, o valor da produção média diária é comparado com a capacidade de produção máxima diária para cada referência de PA, com o intuito de determinar qual a eficiência que a linha de produção deve ter, ou seja, qual o valor de OEE expetável. Na Figura 4.15, é apresentado o OEE expetável para cada referência de PA e para a respetiva linha de produção (Equação 15).

Pode observar-se que o OEE expetável da linha 3 é de 45%, o que significa que, se a empresa pretende satisfazer, em 2015 a procura das referências de PA produzidas nesta linha, sem que haja a ocorrência de ruturas ou criação de *stocks* em excesso, a linha deve apresentar uma eficiência de 45%. Por outras palavras, a Linha 3 deve produzir o equivalente a 45% da sua capacidade máxima. Comparando o valor obtido para o OEE expetável com o OEE atual (Tabela 4.2), verifica-se que estes valores coincidem, pelo que se pode afirmar que a produção da linha corresponde ao ritmo da procura ($T_c = TT$), correspondendo ao caso ideal para o nivelamento da produção. Se o OEE expetável for superior ao OEE atual, a linha não tem capacidade para produzir as quantidades necessárias para satisfazer a procura, ocorrendo situações de rutura de *stock*. Por outro lado, se o OEE atual for superior ao OEE expetável, é necessário controlar a produção da linha e correspondente evolução dos *stocks* das referências de PA produzidas, sob pena de criação de *stock* em excesso.

Linha 3		Capacidade de produção máxima diária	Objetivos	
Referência PA	Tipo de corte	Peso (Kg)	Produção média diária (Kg)	OEE expetável (%)
1	A	9216	960	10,42%
21	J	9216	674	7,32%
70	A	9216	372	4,04%
67	A	9216	327	3,55%
71	A	9216	223	2,42%
69	A	9216	73	0,79%
68	A	9216	51	0,55%
72	A	9216	17	0,19%
211	P	14400	11	0,07%
100	P	14515	366	2,52%
5	A	19200	116	0,60%
97	P	11340	105	0,92%
210	P	13957	42	0,30%
16	G	10286	191	1,86%
18	G	8597	44	0,51%
19	G	14400	89	0,62%
128	B	11340	914	8,06%
Total Geral			4575	45%

Figura.4.15- Taxa de ocupação e OEE expetável da Linha 3 fornecidas pelo algoritmo.

A aplicação da técnica do nivelamento da produção implica que, durante o primeiro semestre do ano, se produza antecipadamente para *stock*, de modo a satisfazer o aumento do valor da procura que se verificará no segundo semestre e supera a capacidade produtiva da linha de produção. Como tal, é necessário existir um controlo constante dos níveis de *stock* expetáveis e da respetiva taxa de ocupação das câmaras de armazenamento. As Figuras 4.16 e 4.17 apresentam as previsões dos *stocks* expetáveis mensais para cada referência de PA e a taxa de ocupação mensal das Câmaras de PA, respetivamente.

Na Figura 4.16 observa-se que existem referências de PA (como são o caso do “1” e “128”) que se prevê que exista em *stock* durante todos os meses de 2015, enquanto as referências “70” e “68” prevê-se a ocorrência de ruturas de *stock* todos os meses do ano. Esta análise permite detetar os períodos em que existe maior procura para cada referência de PA e, desta forma, atrasar ou adiantar a produção dessas mesmas referências em detrimento de outras, evitando possíveis situações de rutura ou excesso de *stock*. Outra das conclusões a retirar da Figura 4.16 é o valor total que se espera ter em *stock* referente à produção da linha 3 no final de cada mês. Observa-se que os valores máximos ocorrem sensivelmente a meio do ano, entre os meses de Abril a Agosto. Esta é uma conclusão expetável, tendo em conta que se assumiu que o *stock* no início do ano era nulo e, visto que o ritmo da produção é constante ao longo do ano, ao contrário da procura, implica que no primeiro semestre se produzirá essencialmente para *stock*, de forma a absorver o aumento da procura no segundo semestre. o pico da procura ocorre no final do ano, até esse período produz-se essencialmente para *stock*, de forma a absorver a procura relativa ao mesmo. Estes *stocks* também são utilizados para calcular a taxa de ocupação expetável das câmaras de PA obtidas na Figura 4.16.

Linha 3	Stocks expetáveis 2015											
Referência PA	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	11598	23376	22940	28058	17048	22311	30662	32162	23922	20451	9106	0
21	4107	-7271	2370	4270	8068	10819	6331	4956	7038	6377	5613	0
70	-3890	-5180	-6161	-7079	-9679	-10596	-6400	-4259	-2555	-1789	-1396	0
67	6535	5424	4620	9049	9676	10283	10500	10759	8933	5001	1090	0
71	699	1816	3378	-704	-2090	917	3118	2789	2878	686	-1311	0
69	1435	2800	3944	3396	3610	1811	2244	2968	3016	2542	2362	0
68	-1911	-912	-1222	-570	-207	-389	-708	-472	-237	-368	-133	0
72	348	696	1079	1047	998	967	970	541	-285	98	464	0
211	213	426	568	689	544	634	388	570	589	-180	-202	0
100	1764	3640	4936	4516	3217	3374	2746	-122	-2162	-866	1553	0
5	1645	3216	4995	5291	5015	2885	1062	-1154	-2951	-2588	-605	0
97	39	888	1313	1019	1105	969	1211	1904	1312	1551	1658	0
210	403	1141	1127	400	-1766	-874	104	494	-429	-583	-193	0
16	-2157	-2916	-5302	-4540	-2984	-1808	-1265	98	170	404	1235	0
18	-299	-449	-1	-423	-791	-592	-140	-266	-29	-191	470	0
19	-528	903	1332	183	768	1097	2147	2417	1909	1500	1012	0
128	6470	13730	11024	13212	12568	15612	12222	8658	5361	8091	11836	0
Stock total	35256	58057	63625	71131	62618	71680	73705	68315	55127	46701	36398	0

Figura 4.16. Stocks expetáveis para as referências de PA produzidas na Linha 3 da secção do Embalamento.

Na Figura 4.17, verifica-se que a taxa de ocupação máxima das câmaras de PA com referências produzidas na Linha 3 ocorre no mês de Julho, com uma ocupação de 5% da capacidade total de armazenagem. Apesar deste valor não apresentar uma preocupação para a empresa em termos de capacidade, é de notar que o estudo em questão só faz sentido quando combinadas todas as linhas

de produção da secção do Embalamento, cujo produto tem como destino as câmaras de PA, como apresentado na Figura 4.11.

Taxa de Ocupação Câmaras PA (%)												
Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Maio	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Stocks expetáveis 2015 (t)	35	58	64	71	63	72	74	68	55	47	37	0
Taxa de Ocupação (%)	2%	4%	4%	5%	4%	5%	5%	5%	4%	3%	3%	0%

Figura 4.17. Taxa de ocupação das Câmaras com as previsões de *stocks* expetáveis da Linha 3.

A partir deste cálculo, o algoritmo incide nos dados referentes ao *input* da Linha 6 da secção do Corte. Primeiramente, são definidos os objetivos de produção média diária e semanal da linha, com base na previsão da procura para cada tipo de corte (Figura 4.18). Assim, por exemplo, para o tipo de corte “G”, as produções médias diária e semanal são, aproximadamente, de 445 e 2225 quilogramas, respetivamente. Tal como acontece na secção do Embalamento, o objetivo é nivelar a produção semanalmente, apresentando-se como o principal foco de discussão no planeamento de produção, o cumprimento da produção média semanal para cada tipo de corte. Relativamente aos objetivos de produção da Linha 6, contabiliza-se que esta deve produzir um total de 28442 quilogramas por semana, o que representa, em média, 5688 quilogramas por dia.

Dados	Objetivos	
Tipo de corte	Produção média diária (Kg)	Produção média semanal (Kg)
G	445	2225
P	723	3613
A	2067	10336
V	411	2053
A	2043	10215
	5688	28442

Figura 4.18. Objetivos de produção para cada tipo de corte – Algoritmo, Linha 2.

Seguidamente, o valor da produção média diária é comparado com a capacidade de produção máxima diária para cada tipo de corte, com o objetivo de se verificar se a linha tem capacidade para produzir as quantidades objetivo, ou seja, calcula-se a taxa de ocupação expetável da linha. Na Figura 4.19 é apresentada a taxa de ocupação expetável para cada tipo de corte e para a linha de produção em questão. Pode observar-se uma taxa de ocupação da linha 6 de aproximadamente 95%, o que significa que a linha tem que produzir a 95% da sua capacidade, para que não ocorra falta de produto em vias de fabrico na secção do Embalamento. Desta forma, conclui-se que a linha 6 tem 5% da sua capacidade disponível para produzir em maiores quantidades ou outros tipos de corte, caso tal seja necessário.

Dados	Capacidade máxima da linha	Objetivos	
Tipo de corte	Produção (Kg)	Produção média diária (Kg)	Taxa de ocupação expetável (%)
G	4185	445	11%
P	4185	723	17%
A	6975	2067	30%
V	4743	411	9%
A	6975	2043	29%
		5688	95%

Figura 4.19. Taxa de ocupação expetável da Linha 2 fornecida pelo Algoritmo.

Em suma, aplicando o algoritmo às linhas 3 e 6 da secção do Embalamento e Corte, respetivamente, obtêm-se os seguintes resultados nas tabelas 4.10 e 4.11. Estes resultados mostram que não existe qualquer restrição à aplicação da técnica do Nivelamento da Produção para cada uma das linhas

Tabela 4.10. Objetivos de produção e OEE Linha 3 do Embalamento DUC

Objetivos	
Produção semanal (kg)	22876
Produção 2015 (kg)	1148404
OEE (%)	45
Média OEE atual (%)	45

Tabela 4.11. Objetivos de produção e taxa de ocupação da Linha 6 do Corte

Objetivos	
Produção semanal (kg)	28442
Produção 2015 (kg)	1427784
Taxa de ocupação da linha (%)	95

4.5. Apresentação e discussão dos resultados

Nesta fase da dissertação, apresentam-se e analisam-se os resultados obtidos com a aplicação da técnica do nivelamento da produção. Para a implementação desta técnica do paradigma *Lean*, foi desenvolvido um algoritmo, denominado por algoritmo do planeamento da produção, que tem como principal objetivo definir as quantidades a produzir para cada produto durante um determinado período de tempo, tendo em conta as taxas de ocupação das linhas de produção das secções do Embalamento e do Corte com a adoção desta técnica. Este nivelamento é feito semanalmente (tal como o planeamento de produção), logo os resultados obtidos no algoritmo também são dados neste horizonte temporal.

Nas Tabelas 4.12 e 4.13 são apresentados os resultados obtidos pelo algoritmo para cada uma das secções, Embalamento e Corte, respetivamente. Na Figura 4.11 (subsecção 4.3.5) é apresentada a evolução mensal da taxa de ocupação das câmaras de PA, utilizando os *stocks* expetáveis com o nivelamento da produção.

Para realizar o planeamento de produção para a secção do Embalamento, é necessário ter-se a seguinte informação sobre cada uma das linhas de produção - o objetivo de produção semanal, o OEE expetável e o OEE atual relativo à linha de produção. Na Tabela 4.12 observam-se estes valores para cada uma das linhas e pode concluir-se que ocorrem três situações distintas:

- i. Quando o OEE atual é igual ao OEE expetável (caso da Linha 3), o que significa que o Tc é igual ao TT. Este caso é visto como o cenário ideal para a empresa, devendo existir a preocupação de, sempre que possível, aproximar ao máximo estes dois valores (Tc e TT), reduzindo desta forma o risco de ocorrência de situações de ruturas ou excessos de *stock*. Em termos práticos, esta proximidade entre o OEE expetável e OEE atual indica que a linha de produção tem capacidade para satisfazer a procura, produzindo durante todas as semanas do ano, a mesma quantidade e *mix* de produtos definidos.
- ii. Quando o OEE atual é superior ao OEE expetável, casos das Linhas 1, 7, 9 e 12, o Tc é inferior ao TT, logo está a produzir-se acima das necessidades. Neste caso, o objetivo passa por reduzir o Tc da linha, igualando-o se possível ao TT, de forma a evitar a constituição de *stocks* em excesso (sobreprodução), um dos sete desperdícios referenciados pelo paradigma *Lean*. Estas linhas podem ser vistas como uma oportunidade de melhoria para a empresa, uma vez que ao reduzir-se o Tc da linha, despoleta a possibilidade de reduzir o número de recursos afetos à linha (operadores, equipamentos, consumíveis, entre outros) e, consequentemente, os custos que lhes estão associados.
- iii. Quando o OEE atual é inferior ao OEE expetável ($Tc > TT$), significa que a linha de produção não tem capacidade de produzir a quantidade necessária para satisfazer a procura, como acontece com as linhas 5, 6 e 11. Neste caso, considera-se a existência de rutura de *stock* e assume-se que a diferença entre o OEE expetável e o OEE atual representa a quantidade relativa a essa rutura, Equação 27.

$$Quantidade\ em\ rutura\ (Kg) = Objetivo\ produção\ 2015 - \frac{OEE\ atual \times Objetivo\ produção\ 2015}{OEE\ expetável} \quad (27)$$

Utilizando a Equação 27 obtém-se o valor expetável da quantidade em ruturas para as linhas 5, 6 e 11 e, consequentemente, para o ano de 2015 (Tabela 4.12).

Tabela 4.12. Resultados obtidos com o Nivelamento da produção - secção do Embalamento.

Linha de produção	OEE expetável	OEE atual	Diferença	Objetivo produção semanal (t)	Objetivo produção 2015 (t)	Quantidade expetável de ruturas 2015 (t)
1	49%	50%	+1%	34,7	1741,4	0
3	45%	45%	0%	22,9	1148,4	0
5	74%	71%	-3%	45,2	2267,9	91,9
6	55%	48%	-6%	23,0	1155,8	147,1
7	46%	49%	+3%	22,2	1116,5	0
9	41%	45%	+4%	34,4	1728,1	0
11	50%	48%	-2%	37,2	1825,3	30,9
12	17%	20%	+3%	12,8	643,4	0
Total				231,3	11626,8	269,9

De forma a comparar com o valor das ruturas referentes a 2014, é necessário calcular os indicadores da taxa de rutura e nível de serviço para o ano de 2015. Assim, utilizando a Equação 7 e 8 (secção 3.8), em que o objetivo de produção para 2015 representa o somatório das quantidades entregues e não entregues pela empresa e as quantidades em rutura de 2015 representam as quantidades não entregues, obtêm-se, assim, os seguintes valores:

- $Taxa\ de\ rutura = \frac{269,9}{11626,8} \cong 2,3\%$
- $Nível\ de\ serviço = 1 - 0,023 = 97,7\%$

Os valores expetáveis obtidos para a taxa de rutura e nível de serviço referentes a 2015, com a implementação da técnica do nivelamento da produção, são de 2,3% e 97,7%, respetivamente. De seguida, apresenta-se a tabela 4.13 que onde é feita a comparação entre os resultados obtidos em 2014 e os que se espera obter em 2015. Observa-se um aumento do volume de vendas para 2015 em relação a 2014 na ordem dos 14% e, ao mesmo tempo, uma redução de, cerca de, 44% na quantidade total em ruturas para 2015 relativamente a 2014. O aumento do volume de vendas, agregado à redução das quantidades em rutura, origina uma diminuição da taxa de ruturas e aumento do nível de serviço, em relação a 2014, de 2,2 pontos percentuais. O aumento do nível de serviço é correspondente a uma diminuição dos custos de rutura na ordem de, aproximadamente, 1 milhão de euros relativamente a 2014. Considerando que só é possível estimar as quantidades em rutura para 2015, não sendo possível associar estas quantidades com as referências de PA que, por sua vez, apresentam diferentes preços médios de venda, assumiu-se que:

- Os custos de rutura representam o valor monetário que resulta da perda direta das receitas da venda;
- Não é considerado o volume de vendas, apenas as quantidades em rutura;

- Os custos de rutura variam proporcionalmente com a quantidade em rutura, ou seja, se as quantidades em rutura em 2015 reduzirem 44% face ao ano de 2014, então os custos de rutura de 2015 reduzem igualmente 44% em relação a 2014; e
- O preço médio de venda do produto em 2015 é igual ao verificado em 2014.

Tabela 4.13. Comparação dos resultados obtidos em 2014 e 2015.

Ano	Volume de vendas (t)	Quantidade ruturas (t)	Taxa de ruturas	Nível de serviço	Custos ruturas
2014	10194	481,4	4,5%	95,5%	2209861 €
2015	11626,8	269,9	2,3%	97,7%	1237522 €
Dif. 2014-2015	+1432,8	-211,5	-2,2%	+2,2%	-972339€
Dif. 2014-2015	+14%	-44%	-	-	-44%

Depois de feita a análise para a secção do Embalamento, é necessário analisar os resultados para a secção do Corte. A secção do Corte tem o papel de fornecedor da secção do Embalamento, sendo que tem como objetivo de abastecer esta secção com os produtos necessários, nas quantidades e momentos certos. Assim sendo, com o nivelamento da produção na cadeia produtiva estudada, todas estas variáveis se tornam fixas, sendo que a única preocupação reside em saber se a secção do Corte tem capacidade ou não para satisfazer as necessidades da secção do Embalamento com as quantidades definidas. De seguida apresentam-se os resultados obtidos para cada linha de produção da secção do Corte (Tabela 4.14), tais como, o seu objetivo de produção semanal e a taxa de ocupação relativa a cada uma destas. Esta informação é utilizada para o delineamento do planeamento de produção para a secção do Corte.

Na Tabela 4.14 observa-se que com os objetivos de produção semanal definidos para cada linha de produção, todas apresentam uma taxa de ocupação expetável igual ou inferior a 100%. Esta taxa de ocupação é definida com base no Tc da linha de produção, o que significa que o TT é superior ao Tc e, como tal, a linha apresenta capacidade de produção para satisfazer as necessidades da secção do Embalamento. Contudo, como referido na secção 4.4, se o Tc é inferior ao TT, existe a possibilidade de constituição de *stock* em excesso. Como tal, é necessário aumentar o Tc da linha, de forma a aproximar este valor do TT, o que pode ser feito através da redução dos recursos utilizados. Neste caso, para as linhas 2 e 7, principalmente, pode reduzir-se o número de operadores a trabalhar atualmente em cada uma das linhas de produção, uma vez que estas apresentam uma diferença considerável entre as suas capacidades de produção e as necessidades que lhes estão afetas. No caso das restantes linhas (3, 4, 5 e 6) é necessário verificar mais frequentemente os valores produzidos, uma vez que as suas taxas de ocupação estão muito próximas da capacidade máxima produtiva das linhas, existindo o risco de falha no cumprimento das quantidades a entregar semanalmente à secção do Embalamento.

Tabela 4.14. Resultados obtidos com o Nivelamento da produção - secção do Corte.

Linha de produção Corte	Taxa de ocupação expetável (%)	Objetivo produção semanal (t)	Objetivo produção 2015 (t)
2	80	9,7	486,2
3	99	64,4	3231,2
4	97	30,2	1518,1
5	100	73,8	3708,4
6	95	28,4	1427,8
7	67	46,6	2337,9
Total		253,1	12709,6

Outro problema que se pretende resolver com o nivelamento da produção é o decréscimo da produtividade de trabalho causado pelo aumento do número de horas trabalhadas durante o segundo semestre. Um dos principais objetivos da técnica do nivelamento da produção é diminuir a variabilidade inerente ao processo produtivo, através duma produção constante ao longo do ano e, consequentemente, dos recursos que estão dedicados a esta produção. Por outras palavras, pretende-se atingir uma produtividade constante ao longo do ano, evitando alterações quer a nível produtivo, quer a nível da mão-de-obra utilizada.

O valor da produtividade expetável para 2015 é calculado pela Equação 9 (secção 3.8), onde o valor da produção para 2015 e o número de horas trabalhadas são dados pelas Equações 28 e 29, respetivamente.

$$\begin{aligned} \text{Produção 2015} &= \text{Objetivo total produção 2015 (Embalamento)} - \\ &- \text{Quantidade total de ruturas 2015} + \text{Objetivo total produção 2015 (Corte)} \end{aligned} \quad (28)$$

Os valores referentes ao volume de vendas e quantidade em ruturas para 2015 estão apresentados na Tabela 4.13, perfazendo um total de produção de, aproximadamente, 22226 toneladas.

$$\text{Número de horas trabalhadas 2015} = \text{Número de operários} \times 8 \times 251 \quad (29)$$

onde o número de operários representa o número de trabalhadores inscritos nas secções do Corte e Embalamento no momento em que foram medidos os tempos de ciclo relativos a cada linha de produção constituinte destas duas secções. Assim, contabiliza-se um total de 69 operadores na secção do Corte e 75 na secção do Embalamento, o que perfaz um total de 144 operadores. O número de horas de trabalho equivalentes aos 144 operadores é de 289152 horas, o que corresponde a um valor de produtividade de 76,86 Kg/hora para 2015. Como tal, espera reduzir-se 3694 horas trabalhadas em relação a 2014, o que representa uma redução de 1,26%.

Na Figura 4.20 podem observar-se as diferenças entre os valores da produtividade média mensais relativamente ao período compreendido entre 2013 e 2015. Comparando o valor da produtividade de 2015 com os obtidos nos anos de 2013 e 2014, observa-se um aumento de, aproximadamente,

7,5 Kg/hora e 5,3 Kg/hora, respetivamente. Em termos percentuais, este aumento é de cerca de 11% e 7,5% em relação a 2013 e 2014, respetivamente, o que representa um lucro de 383850€ relativamente a 2014. Contudo, importa referir que o valor da produtividade média em 2015 é um valor expetável, uma vez que é referente ao ano em curso.

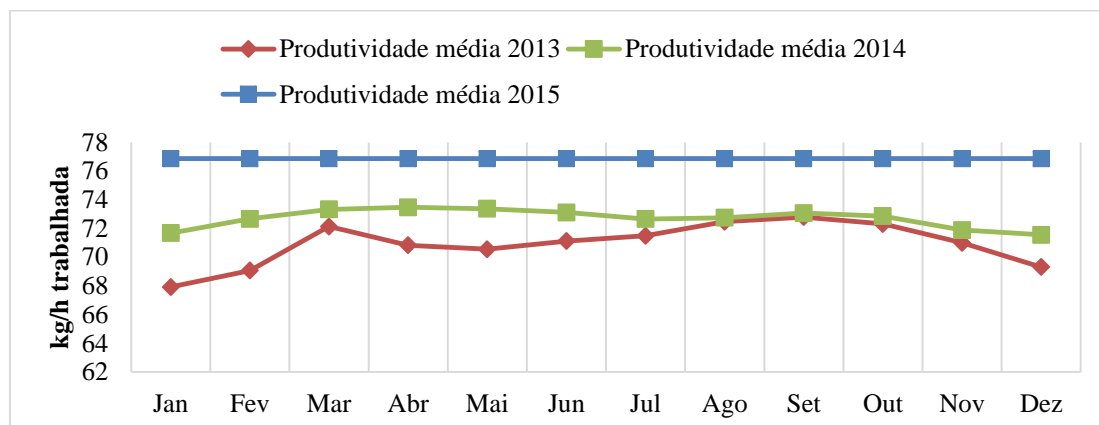


Figura 4.20. Produtividade média de 2013 a 2015.

Em suma, com a implementação do nivelamento da produção, espera-se aumentar o nível de serviço da empresa em 2,2%, atingindo um nível de serviço na ordem dos 97,7%. Este aumento do nível de serviço corresponde a um ganho de cerca de 1 milhão de euros em relação a 2014. O nivelamento da produção permite também uma redução em 1,26% do valor total de horas trabalhadas em relação a 2014, bem como a eliminação da subcontratação de pessoal e os seus respetivos custos. Para além disso, espera-se ainda atingir um ganho na ordem dos 380 mil euros, originado pelo aumento do valor da produtividade em 7,5% relativamente a 2014. O aumento da produtividade deve-se à diminuição da variabilidade associada ao processo produtivo (produção e número de operários constante ao longo do ano). Com esta alteração, pretende, também, obter-se uma diminuição do nível de *stock* de PVF em relação ao verificado em 2014, através da criação dum fluxo contínuo que é “puxado” pela secção do Embalamento. Por fim, a redução do número de devoluções de produto por falta de qualidade, como são os casos de produtos com falta de temperatura (não são armazenados em câmara de PA depois de embalados) ou produto desidratado (muito tempo armazenado em câmara de PVF), é outra melhoria que se espera obter com a implementação da técnica do nivelamento da produção.

5. Conclusões e trabalho futuro

No presente capítulo são descritas as principais conclusões alcançadas ao longo desta dissertação, nomeadamente, as vantagens observadas com a implementação da nova proposta para o desenvolvimento do planeamento de produção. São, ainda, descritas as limitações encontradas no desenvolvimento do projeto e, por fim, são discutidas propostas para trabalho futuro.

5.1. Conclusões

Com a realização deste estudo, é possível constatar o impacto da implementação da técnica do nivelamento da produção no planeamento de produção numa indústria alimentar, a Riberalves. Esta técnica é a solução proposta nesta dissertação para responder aos objetivos apresentados pela empresa, nomeadamente, o aumento do nível de serviço do bacalhau DUC, a eliminação da necessidade de subcontratação de pessoal e o aumento da produtividade para 2015.

Atualmente, a empresa depara-se com dificuldades na elaboração do planeamento de produção, principalmente devido ao fator da sazonalidade que caracteriza a procura do bacalhau DUC. Assim, a procura sazonal do bacalhau DUC desencadeia dois problemas principais, o aumento da taxa de ruturas e o aumento da subcontratação de pessoal, o que consequentemente, origina um aumento do número de horas trabalhadas durante o segundo semestre (período em que ocorre o valor máximo da procura). Com a implementação dum planeamento de produção que se rege pelo nivelamento da produção, pretende-se eliminar a variabilidade associada ao processo produtivo e, por sua vez, diminuir os impactos resultantes da sazonalidade da procura para a empresa. O nivelamento da produção define os produtos e as respetivas quantidades a produzir, em cada linha de produção das secções do Corte e Embalamento, durante um período semanal. Esta informação é usada para a realização do planeamento de produção.

No capítulo da apresentação e discussão dos resultados, é possível observar que, a implementação do nivelamento da produção permite atingir os objetivos propostos pela empresa. Comparando os

valores expetáveis para 2015 com os obtidos em 2014, verifica-se um aumento do nível de serviço da empresa em 2,2 pontos percentuais, traduzindo-se num nível de serviço de 97,7% para o ano de 2015. Este aumento do nível de serviço corresponde a um ganho monetário de, aproximadamente, 1 milhão de euros (em relação a 2014). Outra vantagem adquirida com o nivelamento da produção reside na eliminação da necessidade de subcontratação de pessoal, o que se reflete numa redução de 1,26% do valor total de horas trabalhadas em relação a 2014. Como consequência, verifica-se uma redução considerável dos custos de mão-de-obra anuais, uma vez que, para além da redução do número de horas trabalhadas em 2015, os custos referentes à subcontratação são superiores aos dos operários pertencentes aos quadros da empresa. Por questões de confidencialidade exigidas pela empresa, não é feita referência aos valores associados a estes custos e, consequentemente, ao valor monetário que se espera reduzir com esta alteração. Com a eliminação das subcontratações de pessoal e da variação a nível produtivo, espera-se atingir um aumento no valor da produtividade de 7,5%, comparativamente ao verificado em 2014. O aumento da produtividade em 2015 corresponde a um ganho na ordem dos 380 mil euros.

A aplicação do nivelamento da produção revela-se ainda vantajosa na redução dos *stocks* de PVF em relação ao valor obtido em 2014, através da criação dum fluxo contínuo que é “puxado” pelas necessidades dos clientes. Adicionalmente, a aplicação da técnica em estudo permite ainda reduzir o número de devoluções de produto por carência na qualidade, como são os casos de produtos com falta de temperatura (não estão armazenados o tempo suficientes nas câmaras de PA depois de embalados, não recuperando a sua temperatura ideal) ou produtos desidratados (tempo excessivo de armazenamento nas câmaras de PVF).

Os resultados obtidos com o nivelamento da produção comprovam que a sua implementação representa uma mais-valia para a empresa, na medida em que são atingidos os principais objetivos propostos, apresentando ganhos substanciais com esta solução. Prova disso, foi a aceitação e implementação desta técnica por parte da empresa, sendo que atualmente o planeamento de produção é feito com base na técnica do nivelamento da produção e o algoritmo desenvolvido funciona como a ferramenta de apoio ao desenvolvimento do mesmo.

5.2. Limitações do estudo de caso

Apesar dos resultados satisfatórios alcançados com a implementação da técnica do nivelamento da produção e, conseqüente, cumprimento dos objetivos da empresa, este estudo apresenta algumas limitações.

A principal limitação consiste no fato do sucesso da implementação da técnica em estudo estar diretamente dependente da fiabilidade das previsões do volume de vendas anual. De notar que, a estratégia da produção nivelada tem como principal objetivo reduzir a variabilidade da procura

durante o ano. Como tal, é necessário estimar-se o valor da procura que se espera ter durante o ano e, com base nessa estimativa, definir as quantidades a produzir num determinado período temporal. Desta forma, caso as previsões sejam inferiores ao valor real da procura, a empresa pode não apresentar capacidade de resposta a esta variação e, consequentemente, ocorrerem situações de rutura. Caso contrário, se as previsões forem superiores à procura real, a empresa arrisca-se a criar *stocks* em excesso, aumentando o reprocessamento de produto, custos de posse e armazenamento, bem como a probabilidade de sobreocupação das câmaras de PA.

A realização do planeamento da produção semanal pode também representar um obstáculo para o sucesso da implementação do nivelamento da produção, uma vez que aumenta os efeitos de possíveis desvios entre as previsões de vendas e as vendas reais e, entre os objetivos de produção e as produções reais. Para além disso, as encomendas dos clientes são colocadas diariamente, o que pode originar alterações no planeamento de produção no decorrer da semana, de forma a evitar o incumprimento das encomendas.

Por fim, outra limitação do estudo de caso foi a confidencialidade imposta pela empresa, relativamente à divulgação de alguma informação, nomeadamente, a apresentação dos custos relativos à mão-de-obra e subcontratação de pessoal, o que não permitiu quantificar os ganhos monetários alcançados com a solução proposta.

5.3. Trabalho futuro

Com o intuito de eliminar ou reduzir as limitações apresentadas anteriormente, apresentam-se as seguintes soluções a implementar no futuro:

- Melhorar o método de definição das previsões de venda, recorrendo a técnicas de previsão;
- Implementação da produção nivelada diariamente, período idêntico à receção das encomendas dos clientes; e
- Criação de um mapa onde seja possível a comparação diária entre as vendas reais e as respetivas previsões, de forma a identificar possíveis desvios e corrigi-los com maior rapidez.

Numa abordagem inicial feita à empresa, foram identificados vários problemas relacionados com o fluxo da cadeia de abastecimento e a ligação entre os seus constituintes. Não existia uma estratégia de produção bem definida, o que complicava a gestão da cadeia de abastecimento, desde o momento da aquisição de matéria-prima, até ao momento da saída do produto para o cliente. Como tal, com a implementação da técnica abordada no estudo de caso, a estratégia de produção passa por produzir quantidades niveladas de produto durante todas as semanas do ano. Assim

sendo, para complementar o trabalho desenvolvido, apresentam-se as seguintes propostas de trabalho futuro:

- Implementar um sistema *pull* para os materiais de embalagem, em que a procura é definida pelas quantidades de referências de PA que se pretendem produzir semanalmente;
- Definir as compras de matéria-prima com base no nivelamento da produção; e
- Implementar um sistema *pull* na restante cadeia de abastecimento, a partir da secção do Corte até à secção da Escala, representadas na Figura 3.7.

Referências

- Arvinte, M., Apreutesei, I. R., Munteanu, E., & Suci, D. (2010). Application of Kanban System for Managing Inventory. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov*, 3(52).
- Azevedo, R. (2000). A emergência da Empresa Virtual e os Requisitos para os Sistemas de Informação. *Gestão & Produção*, 3(3), 208–225. Retrieved from <http://blog.campe.com.br/a-gestao-da-qualidade-total-e-a-reconstrucao-do-japao-apos-a-ii-guerra-mundial/>
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). *Lean* Viewed as a Philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56–72.
- Bohnen, F., Maschek, T., & Deuse, J. (2011). Leveling of Low Volume and High Mix Production based on a Group Technology Approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 4(3), 247–251.
- Cassettari, L., Gallo, M., Montella, D. R., Revetria, R., Romano, E., & Testa, A. (2012). Analysis of Demand Variability in a Kanban Cell by Virtual Kanban Strategy. In *AMERICAN-MATH'12/CEA'12, Proceedings of the 6th WSEAS international conference on Computer Engineering and Applications, and Proceedings of the 2012 American conference on Applied Mathematics* (366–370).
- Coimbra, E. A. (2003). Introdução à Logística Alternativa. Retrieved from http://www.prologbr.com.br/arquivos/documentos/logistica_alternativa_ao_abastecimento_de_materias_a_linha_.pdf
- Coimbra, E. A. (2009). *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean supply Chains*. (p. 280). Kaizen Institute.
- Correia, A. (2014). O grande negócio do fiel amigo. *VISÃO*, 1136.
- Eswaramurthi, G. K., & Mohanram, P. V. (2013). Improvement of Manufacturing Performance Measurement System and Evaluation of Overall Resource Effectiveness. *American Journal of Applied Sciences*, 2, 131–138.

- Fargher, J. S. W. (2006). *Lean Manufacturing and Remanufacturing Implementation Tools*. University of Missouri, Rolla, MO
- Garcia, P. (2014). A Encruzilhada da Competitividade Brasileira. Retrieved March 10, 2014, from <http://blog.br.kaizen.com/2014/02/27/competitividade/>.
- Gonçalves, J. F. (2012). *Gestão de Aproveitamentos*. (2ª ed.). Porto: Publindustria, Edições Técnicas.
- Gupta, S., Al-Turki, R., & Perry, Y. (1999). Flexible Kanban System. *International Journal of Operations & Production Management*, 19 (10), 1065–1093.
- Haan, J., & Yamamoto, M. (1999). Zero Inventory Management: Facts or Fiction? Lessons from Japan. *Int. J. Production Economics*, 59, 65–75.
- James, M. (2010). Overall Equipment Effectiveness (OEE). *The Independent Solution Provider For Industrial And Process Automation, Quality & IT*. Retrieved from www.ats-global.com
- Kaizen Institute (n.d). *Modelos Logísticos Pull Flow*. Retrieved January 15, 2015, from [courseware lean learning](http://courseware.leanlearning.com), 14-16
- Kouri, I. A., Salmimaa, T. J., & Vilpola, I. H. (2007). The Principles and Planning Process of an Electronic Kanban System. In 19th International Conference on Production Research.
- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufactured*. (1ª ed.). New York: McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). The Toyota Way in Services: The Case of *Lean* Product Development. *Academy of Management Perspectives*, 5–20.
- Machado, V. C. (2007). Perspectivas de Desenvolvimento da Produção Magra. In 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, Cusco. Retrieved from <http://congreso.pucp.edu.pe/cibim8/pdf/25/25-25.pdf>.
- Maia, L., Alves, A., & Leão, C. (2011). Metodologias para Implementar *Lean* Production: Uma revisão crítica de literatura. In 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME2011) “A Engenharia no combate à pobreza, pelo desenvolvimento e competitividade.”
- Matzka, J., Mascolo, M. Di, & Furmans, K. (2012). Buffer Sizing of a Heijunka Kanban System. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23(1), 49–60.
- Melton, T. (2005). The Benefits of *Lean* Manufacturing: What *Lean* Thinking has to Offer the Process Industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83, 662–673.
- Monden, Y. (2012). *Just-In-Time, Toyota Production System – An Integrated approach to Just-In-Time*. (4ª ed.). Boca Raton: CRC Press.
- Moreira, F. (2015). Os Princípios do *Lean* Thinking. *Portal Gestão*. Retrieved January 18, 2015, from <https://www.portal-gestao.com/item/6002-os-principios-do-Lean-thinking.htm>
- Nakajima, S. (1989). *Total Productive Maintenance Development Program: Implementing total productive maintenance*. Cambridge, MA: Productivity Press.

- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Manufacturing*. Portland, Oregon: Productivity Press.
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção – Além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.
- Ramos, A. N. (2003). Produtividade. *AEP – Associação Empresarial de Portugal*. Retrieved March 20, 2015, from http://pme.aeportugal.pt/Aplicacoes/Documentos/Uploads/2005-03-08_15-34-53_Produtividade.pdf
- Reis, C. (2010). A Altura do Bacalhau. *Distribuição Hoje*, 38–40.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value-stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge: The Lean Enterprise Institute.
- Sayer, N., & Williams, B. (2012). *Lean for Dummies* (2^a ed.). New Jersey: John Wiley & Sons Ltd.
- Silva, C., Tantardini, M., Staudacher, A., & Salviano, K. (2010). *Lean Production Implementation: A survey in Portugal and a comparison of results with Italian, UK and USA companies*. In *Proceedings of 17th International Annual EurOMA Conference – Managing Operations in Service Ergonomics*. (6–9).
- Stamm, M., & Neitzert, T. (2008). Value Stream Mapping (VSM) in a Manufacture-to-Order Small and Medium Enterprise. In *3rd World Conference on Production and Operations Management, Tokyo, Japan*.
- Sumanth, D. J. (1998). *Total Productivity Management. A Systemic and Quantitative Approach to Compete in Quality, Price and Time*. Boca Raton, Florida: CRC Press, St. Lucie Press.
- Suzaki, K. (2010). *Gestão de Operações Lean. Metodologias Kaizen para a Melhoria Contínua*. (1^a ed., p. 304). Mansores: LeanOp.
- Vijayakumar, A. V. (2013). Six Sigma Quality Improvements: *Lean* how to Implement Six Sigma Quality Improvements. Retrieved February 02, 2015, from www.sixsigmainprovements.blogspot.com
- Wilson, L. (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. USA: McGraw-Hill. Companies, Inc.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation* (2^a ed.). New York: Free Press.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (2007). *The Machine that Changed the World: The Story of Lean Production*. (2^a ed.). New York: HarperCollins.